

特許協力条約

E P

U S

PCT

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
[PCT18条、PCT規則43、44]

出願人又は代理人 の書類記号 P E B 2 0 0	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220)及び下記5を参照すること。		
国際出願番号 PCT/JP99/06185	国際出願日 (日.月.年)	05.11.99	優先日 (日.月.年)
出願人(氏名又は名称) 株式会社荏原製作所			

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条 (PCT18条) の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。
 この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。
 この国際出願に含まれる書面による配列表

この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. 請求の範囲の一部の調査ができない (第I欄参照)。

3. 発明の單一性が欠如している (第II欄参照)。

4. 発明の名称は 出願人が提出したものを承認する。

次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は 出願人が提出したものを承認する。

第III欄に示されているように、法施行規則第47条 (PCT規則38.2(b)) の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1ヶ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 1 図とする。 出願人が示したとおりである。

なし

出願人は図を示さなかった。

本図は発明の特徴を一層よく表している。



A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1' C10J3/00, H01M8/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1' C10J3/00, H01M8/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L (QUESTEL)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	J P, 10-310783, A (株式会社荏原製作所) 24. 11 月. 1998 (24. 11. 98) (ファミリーなし)	1-44
Y	U S, 5509264, A (Kawasaki Jukogyo Kabushiki Kaisha) 23. Apr. 1996 (2 3. 04. 96) & J P, 7-4260, A	1-44
Y	U S, 5347068, A (Energiewerke Schw arze Pumpe Aktiengesellschaft) 13. Sep. 1994 (13. 09. 94) & J P, 5-202371, A & DE, 4125521, C	1-44

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

01. 02. 00

国際調査報告の発送日

15.02.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官(権限のある職員)

佐藤 修

4V 7106



電話番号 03-3581-1101 内線 3483



C(続き) .	関連すると認められる文献	
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 10-236801, A (株式会社荏原製作所) 8. 9月. 1998 (08. 09. 98) (ファミリーなし)	1-44
Y	JP, 10-294119, A (石川島播磨重工業株式会社) 4. 11月. 1998 (04. 11. 98) (ファミリーなし)	1-44
Y	JP, 7-233379, A (株式会社東芝) 5. 9月. 1995 (05. 09. 95) (ファミリーなし)	1-2, 8, 30, 42
Y	JP, 10-167701, A (松下電器産業株式会社) 23. 6 月. 1998 (23. 06. 98) (ファミリーなし)	1-2, 4-6, 19, 28
Y	JP, 3-33191, A (富士電機株式会社) 13. 2月. 19 91 (13. 02. 91) (ファミリーなし)	15
Y	JP, 6-279769, A (新日本製鐵株式会社) 4. 10月. 1994 (04. 10. 94) (ファミリーなし)	18, 33
Y	JP, 9-306531, A (トヨタ自動車株式会社) 28. 11 月. 1997 (28. 11. 97) (ファミリーなし)	17
Y	JP, 8-250144, A (株式会社東芝) 27. 9月. 199 6 (27. 09. 96) (ファミリーなし)	27, 29
Y	JP, 8-338260, A (東京瓦斯株式会社) 24. 12月. 1996 (24. 12. 96) (ファミリーなし)	29
Y	JP, 10-245202, A (株式会社日本製鋼所) 14. 0 9. 1998 (14. 09. 98) (ファミリーなし)	29
Y	JP, 4-81526, A (三菱重工業株式会社) 16. 3月. 1 992 (16. 03. 92) (ファミリーなし)	40, 41
Y	EP, 246649, A1 (HITACHI, LTD) 21. 0 5. 87 & JP, 62-274563, A&US, 474351 6, A	43
Y	JP, 61-107668, A (川崎重工業株式会社) 26. 5 月. 1986 (26. 05. 86) (ファミリーなし)	44



PATENT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION
(PCT Rule 61.2)

Date of mailing: 18 May 2000 (18.05.00)	in its capacity as elected Office
International application No.: PCT/JP99/06185	Applicant's or agent's file reference: PEB 200
International filing date: 05 November 1999 (05.11.99)	Priority date: 05 November 1998 (05.11.98)
Applicant: FUJIMURA, Hiroyuki et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

in the demand filed with the International preliminary Examining Authority on:

03 April 2000 (03.04.00)

in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election was

was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer:</p> <p style="text-align: right;">J. Zahra</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
---	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C10J3/00, H01M8/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ C10J3/00, H01M8/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI/L (QUESTEL)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A;	JP, 10-310783, A (EBARA CORPORATION), 24 November, 1998 (24.11.98) (Family: none)	1-44
Y	US, 5509264, A (Kawasaki Jukogyo K.K.), 23 April, 1996 (23.04.96) & JP, 7-4260, A	1-44
Y	US, 5347068, A (Energiewerke Schwarze Pumpe AG), 13 September, 1994 (13.09.94) & JP, 5-202371, A & DE, 4125521, C	1-44
Y	JP, 10-236801, A (EBARA CORPORATION), 08 September, 1998 (08.09.98) (Family: none)	1-44
Y	JP, 10-294119, A (Ishikawajima-Harima Heavy Ind. Co., Ltd.), 04 November, 1998 (04.11.98) (Family: none)	1-44
Y	JP, 7-233379, A (Toshiba Corporation), 05 September, 1995 (05.09.95) (Family: none)	1-2, 8, 30, 42

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

"A"	Special categories of cited documents: document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E"	earlier document but published on or after the international filing date	"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&"	document member of the same patent family
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		

Date of the actual completion of the international search 01 February, 2000 (01.02.00)	Date of mailing of the international search report
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06185

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 10-167701, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 23 June, 1998 (23.06.98) (Family: none)	1-2, 4-6, 19, 28
Y	JP, 3-33191, A (Fuji Electric Co., Ltd.), 13 February, 1991 (13.02.91) (Family: none)	15
Y	JP, 6-279769, A (Nippon Steel Corporation), 04 October, 1994 (04.10.94) (Family: none)	18, 33
Y	JP, 9-306531, A (Toyota Motor Corporation), 28 November, 1997 (28.11.97) (Family: none)	17
Y	JP, 8-250144, A (Toshiba Corporation), 27 September, 1996 (27.09.96) (Family: none)	27, 29
Y	JP, 8-338260, A (Tokyo Gas K.K.), 24 December, 1996 (24.12.96) (Family: none)	29
Y	JP, 10-245202, A (THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.), 14 September, 1998 (14.09.98) (Family: none)	29
Y	JP, 4-81526, A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 16 March, 1992 (16.03.92) (Family: none)	40, 41
Y	EP, 246649, A1 (HITACHI, LTD), 21 May, 1987 (21.05.87), & JP, 62-274563, A & US, 4743516, A	43
Y	JP, 61-107668, A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 26 May, 1986 (26.05.86) (Family: none)	44

PATENT COOPERATION TREATY

PCT



**NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE
COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL
APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES**

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

WATANABE, Isamu
4th Floor
Gowa Nishi-Shinjuku
5-8, Nishi-Shinjuku 7-chome
Shinjuku-ku
Tokyo 160-0023
JAPON

Date of mailing (day/month/year)

18 May 2000 (18.05.00)

Applicant's or agent's file reference

PEB 200

IMPORTANT NOTICE

International application No.

PCT/JP99/06185

International filing date (day/month/year)

05 November 1999 (05.11.99)

Priority date (day/month/year)

05 November 1998 (05.11.98)

Applicant

EBARA CORPORATION et al

1. Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this Notice:

AU,CN,JP,KP,KR,US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present Notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

AE,AL,AM,AP,AT,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,CA,CH,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,EA,EE,EP,ES,FI,GB,GD,GE,
GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,KE,KG,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MD,MG,MK,MN,MW,MX,NO,NZ,OA,
PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZW

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this Notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 18 May 2000 (18.05.00) under No. WO 00/27951

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a demand for international preliminary examination must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination.

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the national phase, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and Volume II of the PCT Applicant's Guide.

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

J. Zahra

Telephone No. (41-22) 338.83.38



特許協力条約

PCT

国際予備審査報告

REC'D 09 MAR 2001

WIPO

PCT

(法第12条、法施行規則第56条)
〔PCT36条及びPCT規則70〕

出願人又は代理人 の書類記号 P E B 2 0 0	今後の手続きについては、国際予備審査報告の送付通知（様式PCT/IPEA/416）を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JP99/06185	国際出願日 (日.月.年) 05.11.99	優先日 (日.月.年) 05.11.98
国際特許分類 (IPC) Int. C1' C10J3/00, H01M8/06		
出願人（氏名又は名称） 株式会社荏原製作所		

1. 国際予備審査機関が作成したこの国際予備審査報告を法施行規則第57条（PCT36条）の規定に従い送付する。

2. この国際予備審査報告は、この表紙を含めて全部で 4 ページからなる。

この国際予備審査報告には、附属書類、つまり補正されて、この報告の基礎とされた及び／又はこの国際予備審査機関に対して訂正を含む明細書、請求の範囲及び／又は図面も添付されている。
(PCT規則70.16及びPCT実施細則第607号参照)
この附属書類は、全部で 2 ページである。

3. この国際予備審査報告は、次の内容を含む。

- I 国際予備審査報告の基礎
- II 優先権
- III 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての国際予備審査報告の不作成
- IV 発明の単一性の欠如
- V PCT35条(2)に規定する新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての見解、それを裏付けるための文献及び説明
- VI ある種の引用文献
- VII 国際出願の不備
- VIII 国際出願に対する意見

国際予備審査の請求書を受理した日 03.04.00	国際予備審査報告を作成した日 22.02.01
名称及びあて先 日本国特許庁 (IPEA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 原 健司 印
	4V 7915
	電話番号 03-3581-1101 内線 3483

I. 国際予備審査報告の基礎

1. この国際予備審査報告は下記の出願書類に基づいて作成された。(法第6条(PCT14条)の規定に基づく命令に応答するために提出された差し替え用紙は、この報告書において「出願時」とし、本報告には添付しない。PCT規則70.16, 70.17)

出願時の国際出願書類

明細書 第 1 - 41 ページ、
明細書 第 _____ ページ、
明細書 第 _____ ページ、

出願時に提出されたもの
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
付の書簡と共に提出されたもの

請求の範囲 第 1 - 44 項、
請求の範囲 第 _____ 項、
請求の範囲 第 _____ 項、
請求の範囲 第 45 - 49 項、

出願時に提出されたもの
PCT19条の規定に基づき補正されたもの
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
28.08.00 付の書簡と共に提出されたもの

図面 第 1- 23 ページ/図、
図面 第 _____ ページ/図、
図面 第 _____ ページ/図、

出願時に提出されたもの
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
付の書簡と共に提出されたもの

明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、
明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、
明細書の配列表の部分 第 _____ ページ、

出願時に提出されたもの
国際予備審査の請求書と共に提出されたもの
付の書簡と共に提出されたもの

2. 上記の出願書類の言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願の言語である。

上記の書類は、下記の言語である _____ 語である。

国際調査のために提出されたPCT規則23.1(b)にいう翻訳文の言語
 PCT規則48.3(b)にいう国際公開の言語
 国際予備審査のために提出されたPCT規則55.2または55.3にいう翻訳文の言語

3. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際予備審査報告を行った。

この国際出願に含まれる書面による配列表
 この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
 出願後に、この国際予備審査（または調査）機関に提出された書面による配列表
 出願後に、この国際予備審査（または調査）機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表
 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった
 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記録した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

4. 補正により、下記の書類が削除された。

明細書 第 _____ ページ
 請求の範囲 第 _____ 項
 図面 図面の第 _____ ページ/図

5. この国際予備審査報告は、補充欄に示したように、補正が出願時における開示の範囲を越えてされたものと認められるので、その補正がされなかつたものとして作成した。(PCT規則70.2(c)) この補正を含む差し替え用紙は上記1.における判断の際に考慮しなければならず、本報告に添付する。)

V. 新規性、進歩性又は産業上の利用可能性についての法第12条（PCT35条(2)）に定める見解、それを裏付ける文献及び説明

1. 見解

新規性 (N)

請求の範囲 3, 5, 6, 7, 9-12, 16-18, 20-29, 31-38, 41-49 有
 請求の範囲 1, 2, 4, 8, 13-15, 19, 30, 39, 40 無

進歩性 (I S)

請求の範囲 有
 請求の範囲 1 - 49 無

産業上の利用可能性 (I A)

請求の範囲 1 - 49 有
 請求の範囲 無

2. 文献及び説明 (PCT規則70.7)

国際調査報告で引用した引用文献

- 文献 1 : JP, 7-233379, A (株式会社東芝), 5. 9月. 1995
- 文献 2 : JP, 10-294119, A (石川島播磨重工業株式会社), 4. 11月. 1998
- 文献 3 : JP, 6-279769, A (新日本製鐵株式会社), 4. 10月. 1994
- 文献 4 : JP, 8-250144, A (株式会社東芝), 27. 9月. 1996
- 文献 5 : JP, 62-274563, A (株式会社日立製作所), 28. 11月. 1987
- 文献 6 : JP, 61-107688, A (川崎重工業株式会社), 26. 5月. 1986

国際調査報告書の作成以後に発見された引用文献

- 文献 7 : JP, 60-177571, A (石川島播磨重工業株式会社), 11. 9月. 1985
- 文献 8 : JP, 10-144336, A (日本碍子株式会社), 29. 5月. 1998
- 文献 9 : JP, 10-236801, A (株式会社荏原製作所), 8. 9月. 1998

請求の範囲 1, 2, 4, 8, 13-15, 19, 30, 39, 40

可燃物をガス化し、発生したガスを改質し、燃料電池で発電するシステムは、上記文献1、国際調査報告書の作成以後に発見された上記文献7や8にも記載されるように、よく知られた技術である。

請求の範囲 3, 7, 9-12, 21, 22, 24, 25, 45-47, 49

固体可燃物のガス化のための炉として、流動床は、国際調査報告書の作成以後に発見された上記文献9にも記載されるように、一般的な技術である。

請求の範囲 5

当該技術のような、エネルギー創出を行う分野において効率向上のため、廃熱の利用は、文献2にも記載されるによく行われている技術である。

請求の範囲 6, 16, 20, 23, 26, 38, 48

当該技術のような、燃料電池分野において効率向上のため、排ガス利用は、文献2にも記載されるによく行われている技術である。排ガス利用に際し、ガス化工程等に適用することは、当業者が容易に想起しうることである。

補充欄（いずれかの欄の大きさが足りない場合に使用すること）**第 V 欄の続き****請求の範囲 17, 37**

ガス化工程で発生したガスを次工程に輸送する際に昇圧することは、ガスの輸送形態、燃料電池の性能等に応じて当業者が適宜なし得ることである。当業者が容易に想起しうることである。

請求の範囲 18, 33

上記文献3には、乾留ガス精製における低温プラズマ処理改質技術が記載されている。

請求の範囲 27-29

上記文献4に記載されているように、燃料電池の燃料を改質、COシフトして精製することは、一般的な技術である。

請求の範囲 31, 32

燃料電池の動作温度は、燃料電池の材質・方式によって適宜決定し得るものといえる。

請求の範囲 34-36

ガス化炉の操業に関し、被ガス化物の含水率を低下させてから炉に供給することは一般的な技術である。また、前記水分を除去する必要が有れば、本願システムの廃熱を利用することは、当業者が容易に想起しうることといえる。

請求の範囲 41

ガス化炉から排出されるガスをCaOを通過させて処理して、次段の行程に移ることは、ガス処理の一般的な技術である。

請求の範囲 42

ガス化炉から排出されるガスを集塵することは通常に行われていることであり、温度帯域に関しても集塵装置の形式、特性や後段の装置の操業条件に応じて適宜設定しうるものである。

請求の範囲 43

上記文献5には、ガスタービン、蒸気タービン、燃料電池からなる複合発電プラントの技術が記載されている。

請求の範囲 44

上記文献6には、水素吸蔵合金を使用したバッファタンクを設け、燃料電池の負荷変動に対応する技術が記載されている。



4 1 . 前記固定床反応器または移動層反応器に充填される充填材が CaOであることを特徴とする請求項 4 0 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

4 2 . 低温ガス化炉から排出された生成ガスを 4 0 0 °C 以上 6 5 0 °C 以下の温度域において集塵装置で固体分とガス成分に分離し、ガス成分のみを発電設備に供給することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

4 3 . 低温ガス化工程で用いる低温ガス化炉および高温ガス化工程で用いる高温ガス化炉をともに加圧下で運転し、発生したガスを用いて、前記発電設備、ガスタービン、蒸気タービンを作動させ、3段の複合サイクル発電を行なうことを特徴とする請求項 9 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

4 4 . 生成ガスを用いて発電する前に水素吸蔵合金やガスホルダー等のガス化炉の負荷平準化手段にガスを貯留し、発電負荷に応じて生成ガスを発電設備に供給するようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

4 5 . (追加) 可燃物を低温ガス化工程の後高温ガス化工程でガス化し、発生した生成ガスを用いて化学反応により発電することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。

4 6 . (追加) 可燃物を低温ガス化工程の後高温ガス化工程でガス化し、



発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。

47.（追加） 可燃物を流動床炉で低温ガス化工程の後高温ガス化工程でガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。

48.（追加） 可燃物を低温ガス化工程の後高温ガス化工程でガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電し、燃料電池の排ガスを該低温ガス化工程または該高温ガス化工程に導入して利用することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。

49.（追加） 可燃物を、1炉の中にガス化室およびチャー燃焼室を有した統合型流動床ガス化炉を用いてガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。



091831045

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference PEB 200	FOR FURTHER ACTION	See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)
International application No. PCT/JP99/06185	International filing date (day/month/year) 05 November 1999 (05.11.99)	Priority date (day/month/year) 05 November 1998 (05.11.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C10J 3/00, H01M 8/06		
Applicant EBARA CORPORATION		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 2 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I Basis of the report
- II Priority
- III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV Lack of unity of invention
- V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI Certain documents cited
- VII Certain defects in the international application
- VIII Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 03 April 2000 (03.04.00)	Date of completion of this report 22 February 2001 (22.02.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/06185

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

 the international application as originally filed the description:

pages _____ 1-41 _____, as originally filed

pages _____, filed with the demand

pages _____, filed with the letter of _____

 the claims:

pages _____ 1-44 _____, as originally filed

pages _____, as amended (together with any statement under Article 19) _____, filed with the demand

pages _____, filed with the letter of _____

pages _____ 45-49 _____, filed with the letter of 28 August 2000 (28.08.2000)

 the drawings:

pages _____ 1-23 _____, as originally filed

pages _____, filed with the demand

pages _____, filed with the letter of _____

 the sequence listing part of the description:

pages _____, as originally filed

pages _____, filed with the demand

pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

 the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)). the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)). the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

 contained in the international application in written form. filed together with the international application in computer readable form. furnished subsequently to this Authority in written form. furnished subsequently to this Authority in computer readable form. The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished. The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.4. The amendments have resulted in the cancellation of: the description, pages _____ the claims, Nos. _____ the drawings, sheets/fig. _____5. This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/JP 99/06185

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	<u>3, 5, 6, 7, 9-12, 16-18, 20-29, 31-38, 41-49</u>	YES
	Claims	<u>1, 2, 4, 8, 13-15, 19, 30, 39, 40</u>	NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	<u>1-49</u>	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	<u>1-49</u>	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Documents cited in the international search report

Document 1: JP, 7-233379, A (Toshiba Corp.), 5 September
1995

Document 2: JP, 10-294119, A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 4 November 1998

Document 3: JP, 6-279769, A (Nippon Steel Corp.), 4
October 1994

Document 4: JP, 8-250144, A (Toshiba Corp.), 27 September
1996

Document 5: JP, 62-274563, A (Hitachi, Ltd.), 28 November
1987

Document 6: JP, 61-107688, A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.) 26 May 1986

Documents discovered after preparation of the international search report.

Document 7: JP, 60-177571, A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.). 11 September 1985

Document 8: JP, 10-144336, A (Nihon Gaishi Inc.), 29 May
1998

Document 9: JP, 10-236801, A (Ebara Corp.), 8 September
1998

Claims 1, 2, 4, 8, 13-15, 19, 30, 39 and 40



Systems for gassification of a combustible material, improving the quality of the gas produced and generating electricity using a fuel cell are well known, as disclosed in Document 1, and in Documents 7 and 8, discovered after preparing the international search report.

Claims 3, 7, 9-12, 21, 22, 24, 25, 45-47 and 49

Fluidized bed technology is common in furnaces for gassifying solid combustible material, as disclosed in Document 9, discovered after preparing the international search report.

Claim 5

As disclosed in Document 2, use of waste heat in order to raise efficiency is common in the field of energy generation as in the art in question.

Claims 6, 16, 20, 23, 26, 38 and 48

As disclosed in Document 2, use of exhaust gas in order to raise efficiency is common within the field of fuel cells as in the art in question, and a person skilled in the art could easily conceive of using exhaust gas in a process such as gassification.

Claims 17 and 37

Raising the pressure of the gas produced in the gassification process when it is transported to the next process is a routine option available to a person skilled in the art depending on factors such as the form of transport of the gas and the performance of the fuel cell, and could easily be conceived by a person skilled in the art.

Claims 18 and 33

Document 3 discloses a technique for quality



improvement by low-temperature plasma treatment in refining of dry distillation gas.

Claims 27-29

As disclosed in Document 4, improving the quality of fuel cell fuel and refining by CO shift conversion are common techniques.

Claims 31 and 32

The operating temperature of a fuel cell can be decided to suit the material and type of the fuel cell.

Claims 34-36

It is common practice in operating a gassification furnace to decrease the moisture content of materials to be gassified before supplying them to the furnace, and a person skilled in the art could easily conceive of using waste heat from a system in the present application should the aforementioned removal of moisture be necessary.

Claim 41

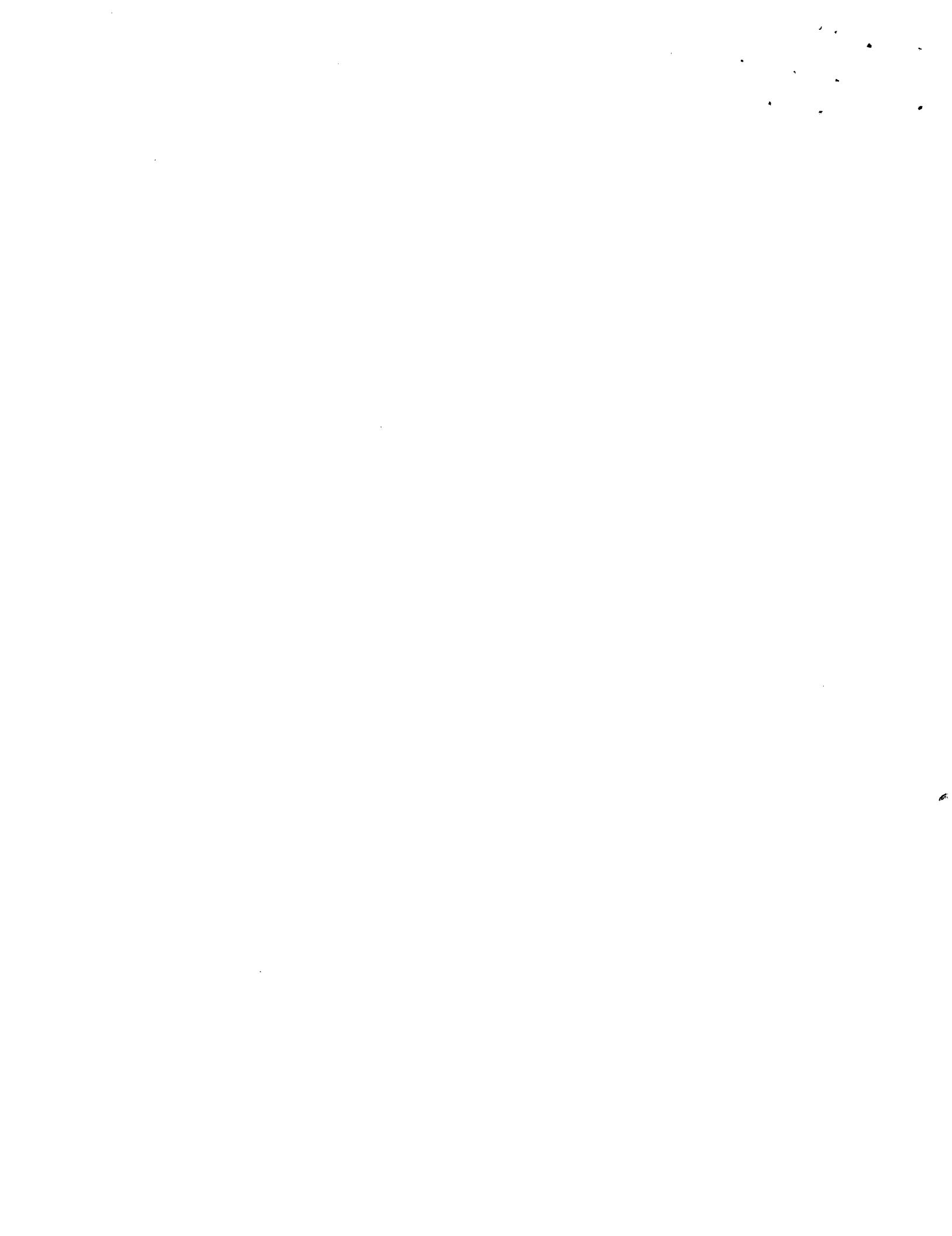
Treatment of gas discharged from a gassification furnace by passing it through CaO and then passing it to a subsequent process is a common technique for gas treatment.

Claim 42

Trapping dust in gas discharged from a gassification furnace is routine practice, and the temperature zone can be decided in accordance with the shape and properties of the equipment and operating conditions at the next stage.

Claim 43

Document 5 discloses a combined electricity generating plant comprising a gas turbine, steam turbine



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP 99/06185

and fuel cells.

Claim 44

Document 6 discloses a technique for adjusting for variations in the load on a fuel cell by means of a buffer tank employing a hydrogen-occluding alloy.



PATENT COOPERATION TREATY

PCT
NOTIFICATION OF TRANSMITTAL
OF COPIES OF TRANSLATION
OF THE INTERNATIONAL PRELIMINARY
EXAMINATION REPORT
(PCT Rule 72.2)

Date of mailing (day/month/year)
26 October 2001 (26.10.01)

Applicant's or agent's file reference
PEB 200

International application No.
PCT/JP99/06185

Applicant
EBARA CORPORATION et al

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

WATANABE, Isamu
4th Floor
Gowa Nishi-Shinjuku
5-8, Nishi-Shinjuku 7-chome
Shinjuku-ku
Tokyo 160-0023
JAPON



RECEIVED
DEC 07 2001
TC 1700

IMPORTANT NOTIFICATION

1. Transmittal of the translation to the applicant.

The International Bureau transmits herewith a copy of the English translation made by the International Bureau of the international preliminary examination report established by the International Preliminary Examining Authority.

2. Transmittal of the copy of the translation to the elected Offices.

The International Bureau notifies the applicant that copies of that translation have been transmitted to the following elected Offices requiring such translation:

EP, AT, AU, CA, CH, CN, CZ, FI, KP, NO, NZ, PL, RO, RU, SK, US

The following elected Offices, having waived the requirement for such a transmittal at this time, will receive copies of that translation from the International Bureau only upon their request:

AP, EA, AE, AL, AM, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CR, CU, DE, DK, DM, EE, ES, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, PT, SD, SE, SG, SI, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VN, YU, ZA, ZW, OA

3. Reminder regarding translation into (one of) the official language(s) of the elected Office(s).

The applicant is reminded that, where a translation of the international application must be furnished to an elected Office, that translation must contain a translation of any annexes to the international preliminary examination report.

It is the applicant's responsibility to prepare and furnish such translation directly to each elected Office concerned (Rule 74.1). See Volume II of the PCT Applicant's Guide for further details.

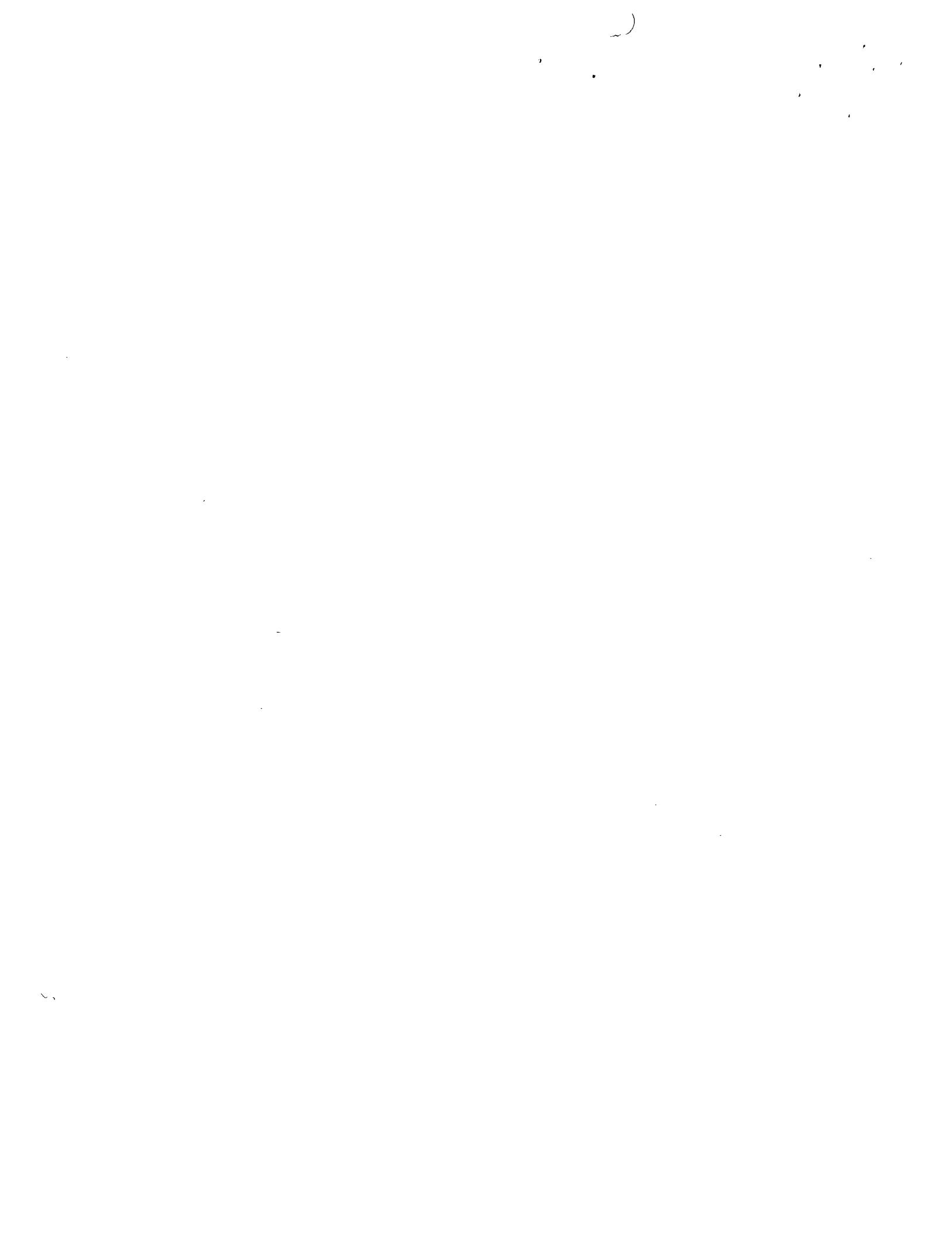
The International Bureau of WIPO
34, ch min des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Elliott PERETTI

Telephone No. (41-22) 338.83.38



127
Translation

PATENT COOPERATION TREATY
PCT
INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT
(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference PEB 200	FOR FURTHER ACTION	See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)
International application No. PCT/JP99/06185	International filing date (day/month/year) 05 November 1999 (05.11.99)	Priority date (day/month/year) 05 November 1998 (05.11.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC C10J 3/00, H01M 8/06		
Applicant EBARA CORPORATION		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of 6 sheets, including this cover sheet.

This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 2 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I Basis of the report
- II Priority
- III Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV Lack of unity of invention
- V Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI Certain documents cited
- VII Certain defects in the international application
- VIII Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 03 April 2000 (03.04.00)	Date of completion of this report 22 February 2001 (22.02.2001)
Name and mailing address of the IPEA/JP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

10

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/JP99/06185

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

 the international application as originally filed the description:

pages _____ 1-41 _____, as originally filed

pages _____, filed with the demand

pages _____, filed with the letter of _____

 the claims:

pages _____ 1-44 _____, as originally filed

pages _____, as amended (together with any statement under Article 19)

pages _____, filed with the demand

pages _____ 45-49 _____, filed with the letter of 28 August 2000 (28.08.2000)

 the drawings:

pages _____ 1-23 _____, as originally filed

pages _____, filed with the demand

pages _____, filed with the letter of _____

 the sequence listing part of the description:

pages _____, as originally filed

pages _____, filed with the demand

pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.
These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is: the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)). the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)). the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

 contained in the international application in written form. filed together with the international application in computer readable form. furnished subsequently to this Authority in written form. furnished subsequently to this Authority in computer readable form. The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished. The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.4. The amendments have resulted in the cancellation of: the description, pages _____ the claims, Nos. _____ the drawings, sheets/fig. _____5. This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/JP 99/06185

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	3, 5, 6, 7, 9-12, 16-18, 20-29, 31-38, 41-49	YES
	Claims	1, 2, 4, 8, 13-15, 19, 30, 39, 40	NO
Inventive step (IS)	Claims		YES
	Claims	1-49	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-49	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

Documents cited in the international search report

Document 1: JP, 7-233379, A (Toshiba Corp.), 5 September 1995

Document 2: JP, 10-294119, A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 4 November 1998

Document 3: JP, 6-279769, A (Nippon Steel Corp.), 4 October 1994

Document 4: JP, 8-250144, A (Toshiba Corp.), 27 September 1996

Document 5: JP, 62-274563, A (Hitachi, Ltd.), 28 November 1987

Document 6: JP, 61-107688, A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 26 May 1986

Documents discovered after preparation of the international search report.

Document 7: JP, 60-177571, A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 11 September 1985

Document 8: JP, 10-144336, A (Nihon Gaishi Inc.), 29 May 1998

Document 9: JP, 10-236801, A (Ebara Corp.), 8 September 1998

Claims 1, 2, 4, 8, 13-15, 19, 30, 39 and 40



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORTInternational application No.
PCT/JP 99/06185

Systems for gassification of a combustible material, improving the quality of the gas produced and generating electricity using a fuel cell are well known, as disclosed in Document 1, and in Documents 7 and 8, discovered after preparing the international search report.

Claims 3, 7, 9-12, 21, 22, 24, 25, 45-47 and 49

Fluidized bed technology is common in furnaces for gassifying solid combustible material, as disclosed in Document 9, discovered after preparing the international search report.

Claim 5

As disclosed in Document 2, use of waste heat in order to raise efficiency is common in the field of energy generation as in the art in question.

Claims 6, 16, 20, 23, 26, 38 and 48

As disclosed in Document 2, use of exhaust gas in order to raise efficiency is common within the field of fuel cells as in the art in question, and a person skilled in the art could easily conceive of using exhaust gas in a process such as gassification.

Claims 17 and 37

Raising the pressure of the gas produced in the gassification process when it is transported to the next process is a routine option available to a person skilled in the art depending on factors such as the form of transport of the gas and the performance of the fuel cell, and could easily be conceived by a person skilled in the art.

Claims 18 and 33

Document 3 discloses a technique for quality



improvement by low-temperature plasma treatment in refining of dry distillation gas.

Claims 27-29

As disclosed in Document 4, improving the quality of fuel cell fuel and refining by CO shift conversion are common techniques.

Claims 31 and 32

The operating temperature of a fuel cell can be decided to suit the material and type of the fuel cell.

Claims 34-36

It is common practice in operating a gassification furnace to decrease the moisture content of materials to be gassified before supplying them to the furnace, and a person skilled in the art could easily conceive of using waste heat from a system in the present application should the aforementioned removal of moisture be necessary.

Claim 41

Treatment of gas discharged from a gassification furnace by passing it through CaO and then passing it to a subsequent process is a common technique for gas treatment.

Claim 42

Trapping dust in gas discharged from a gassification furnace is routine practice, and the temperature zone can be decided in accordance with the shape and properties of the equipment and operating conditions at the next stage.

Claim 43

Document 5 discloses a combined electricity generating plant comprising a gas turbine, steam turbine



INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/JP 99/06185

and fuel cells.

Claim 44

Document 6 discloses a technique for adjusting for variations in the load on a fuel cell by means of a buffer tank employing a hydrogen-occluding alloy.



PCT

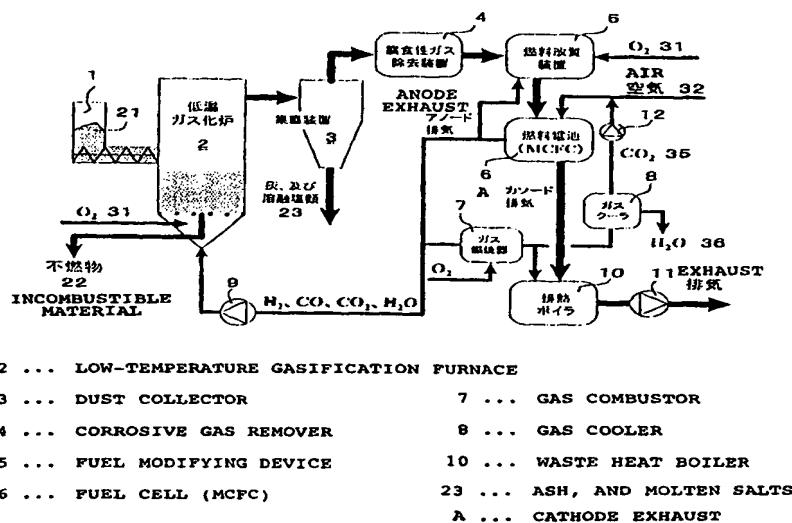
世界知的所有権機関
国際事務局
特許出願の条約に基づいて公開された国際出願



(51) 国際特許分類7 C10J 3/00, H01M 8/06	A1	(11) 国際公開番号 WO00/27951
		(43) 国際公開日 2000年5月18日(18.05.00)
(21) 国際出願番号 PCT/JP99/06185		(74) 代理人 渡邊 勇, 外(WATANABE, Isamu et al.) 〒160-0023 東京都新宿区西新宿7丁目5番8号 GOWA西新宿4階 Tokyo, (JP)
(22) 国際出願日 1999年11月5日(05.11.99)		
(30) 優先権データ 特願平10/330161 1998年11月5日(05.11.98) JP		(81) 指定国 AE, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), ARIPO特許 (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ヨーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM)
(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 荏原製作所(EBARA CORPORATION)[JP/JP] 〒144-8510 東京都大田区羽田旭町11番1号 Tokyo, (JP)		
(72) 発明者 ; および		
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 藤村宏幸(FUJIMURA, Hiroyuki)[JP/JP]		
大下孝裕(OSHITA, Takahiro)[JP/JP]		
廣勢哲久(HIROSE, Tetsuhisa)[JP/JP]		
三好敬久(MIYOSHI, Norihisa)[JP/JP]		
成瀬克利(NARUSE, Katsutoshi)[JP/JP]		
早川淳一(HAYAKAWA, Junichi)[JP/JP]		
〒144-8510 東京都大田区羽田旭町11番1号		
株式会社 荏原製作所内 Tokyo, (JP)		

(54) Title: POWER GENERATION SYSTEM BASED ON GASIFICATION OF COMBUSTIBLE MATERIAL

(54) 発明の名称 可燃物のガス化による発電システム



(57) Abstract

A power generation system based on gasification of combustible material comprising a low-temperature gasifying furnace (2) for gasifying combustible material, such as combustible waste and coal, at predetermined temperatures, for example, 400-1,000 °C, wherein power is generated by feeding the produced gas produced in the low-temperature gasification furnace (2) into a fuel cell (6). The low-temperature gasification furnace preferably comprises a fluidized-bed gasification furnace.

(57)要約

可燃性廃棄物や石炭等の可燃物を所定温度、例えば400°C以上1000°C以下の温度でガス化する低温ガス化炉(2)を有し、低温ガス化炉(2)で発生した生成ガスを燃料電池(6)に供給して発電する。低温ガス化炉は、好ましくは流動層ガス化炉からなっている。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE アラブ首長国連邦	DM ドミニカ	KZ カザフスタン	RU ロシア
AL アルバニア	EE エストニア	LC セントルシア	SD スーダン
AM アルメニア	ES スペイン	LJ リヒテンシュタイン	SE スウェーデン
AT オーストリア	FI フィンランド	LK スリ・ランカ	SG シンガポール
AU オーストラリア	FR フランス	LR リベリア	SI スロヴェニア
AZ アゼルバイジャン	GA ガボン	LS レソト	SK スロ伐ガキア
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ	GB 英国	LT リトアニア	SL シエラ・レオネ
BB ベルバドス	GD グレナダ	LU ルクセンブルグ	SN セネガル
BE ベルギー	GE グルジア	LV ラトヴィア	SZ スワジ蘭ド
BF ブルギナ・ファン	GH ガーナ	MA モロッコ	TD チャード
BG ブルガリア	GM ガンビア	MC モナコ	TG トーゴー
BJ ベナン	GN ギニア	MD モルドヴァ	TJ タジキスタン
BR ブラジル	GW ギニア・ビサオ	MG マダガスカル	TZ タンザニア
BY ベラルーシ	GR ギリシャ	MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TM トルクメニスタン
CA カナダ	HR クロアチア	共和国	TR トルコ
CF 中央アフリカ	HU ハンガリー	ML マリ	TT トリニダッド・トバゴ
CG コンゴー	ID インドネシア	MN モンゴル	UA ウクライナ
CH スイス	IE アイルランド	MR モモリタニア	UG ウガンダ
CI コートジボアール	IL イスラエル	MW マラウイ	US 米国
CM カメルーン	IN インド	MX メキシコ	UZ ウズベキスタン
CN 中国	IS イスランド	NE ニジエール	VN ヴィエトナム
CR コスタ・リカ	IT イタリア	NL オランダ	YU ユーゴスラビア
CU キューバ	JP 日本	NO ノールウェー	ZA 南アフリカ共和国
CY キプロス	KE ケニア	NZ ニュー・ジーランド	ZW ジンバブエ
CZ チェコ	KG キルギスタン	PL ポーランド	
DE ドイツ	KP 北朝鮮	PT ポルトガル	
DK デンマーク	KR 韓国	RO ルーマニア	

明細書

可燃物のガス化による発電システム

技術分野

本発明は、可燃物のもつ化学エネルギーを高効率で電気エネルギーに変換する、エネルギー変換技術に係り、特に可燃性廃棄物や石炭等の可燃物をガス化し、生成ガスを燃料電池の燃料ガスとして利用し発電する発電システムに関するものである。ここで、可燃性廃棄物には都市ごみ、固体化燃料、スラリー化燃料、廃プラスチック、廃F R P、バイオマス廃棄物、自動車廃棄物、廃木材等の産業廃棄物、低品位石炭、廃油等が含まれる。

背景技術

近年、石炭等の可燃物の持つ化学エネルギーを電気に変換する技術としてさまざまな試みがなされている。その試みの一つとして、加圧下でガス化し、得られた生成ガスでガスタービンを駆動しつつ、ガスタービン排ガスから排熱ボイラで熱回収して蒸気タービンを駆動し、ガスタービンと蒸気タービンの併用で複合サイクル発電を行なって高効率発電を達成しようとする複合サイクル発電システムがある。

しかしながら、上述の複合サイクル発電システムにおいては、既存のガスタービンを駆動させるためには、天然ガスと同等レベルの高カロリーガスを発生させなければならず、発熱量の低い可燃物、例えば都市ゴミのような可燃性廃棄物をガス化して得られる低カロリーガスでは既存のガスタービンは駆動できないので、高カロリーガスを得るためにガス化剤として空気の代わりに純酸素を用いて、空气中に含まれる窒素に

による生成ガスの希釈を防いだりする等の対策が必要だった。また、石炭のような固定炭素の多い可燃物については、IGCC(Integrated Gasification Combined Cycle)で行われているように、ガス化温度を上げて、固定炭素の完全ガス化を図る必要があった。

近年は低カロリーガス用のガスタービンも開発されつつあるが、高効率を指向してガスタービン入口温度を上げようとするとき、タービンブレード等、高温にさらされる部分の冷却空気が必要になるが、低カロリーガスの場合、過剰空気比を大きくとると燃焼ガス温度が低下してしまうことから過剰空気比を制限せざるを得ず、冷却空気量不足によって開発が足踏みしているというのが現状である。

高カロリーガスを得るために酸素を用いると酸素製造のためのエネルギーが必要になることや、完全ガス化を指向してガス化反応温度を上げようとするとき、その顯熱分だけ余計に熱を必要とするので酸素比を上げざるを得ず、冷ガス効率が低下するといった問題や、発電設備に供給する際の温度の制約から、せっかく高温にしたガスを冷却せざるを得ず、顯熱ロスが大きくなるといった問題があり、総合効率でみると必ずしも効率は向上しないのが実状である。ここで、冷ガス効率とは、発生した可燃ガスの持つ総発熱量を、投入した原料の持っていた総発熱量で除した値のことを云う。

発明の開示

このような状況に鑑み、本発明者らは低カロリーガスであっても高効率で電気に変換できる技術、及びさまざまな可燃物から安定的にガスを得る技術、また生成したガスから燃料電池の被毒成分となるものを取り除く技術を最適に組み合わせ、発熱量の低い可燃物を原料として高効率発電を行なうことができ、かつ発生する二酸化炭素を濃縮分離し、地球

温暖化を抑制しうる方法を考案したものである。

即ち、本発明は、可燃性廃棄物や石炭等の可燃物をガス化し、発生した生成ガスを用いて化学反応により高効率発電を行う可燃物のガス化による発電システムを提供することを目的とする。

また本発明は、可燃性廃棄物や石炭等の可燃物を低温ガス化炉にて安定的にガス化し、得られた生成ガスから燃料電池の被毒成分を除去した後に、精製ガスを燃料電池に導き高効率発電を行う可燃物のガス化による発電システムを提供することを目的とする。

上述の目的を達成するため、本発明の1態様は、可燃物をガス化し、発生した生成ガスを用いて化学反応により発電することを特徴とするものである。

また本発明の他の態様は、可燃物をガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とするものである。

また本発明の他の態様は、可燃物を流動床炉でガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とするものである。

また本発明の他の態様は、可燃物をガス化して改質し、改質した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とするものである。

また本発明の他の態様は、可燃物をガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電し、燃料電池で発生した排熱を該ガス化の熱源に用いることを特徴とするものである。

また本発明の他の態様は、可燃物をガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電し、燃料電池の排ガスを該ガス化工程に導入して利用することを特徴とするものである。

また本発明の他の態様は、可燃物を、1炉の中にガス化室、チャー燃焼室および熱回収室を有した統合型流動床ガス化炉を用いてガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とするもので

ある。

また本発明の他の態様は、可燃物を400°C以上1000°C以下の温度でガス化する低温ガス化炉を有し、低温ガス化炉で発生した生成ガスを発電設備に供給して発電し、発電した後の水蒸気を多量に含む排ガスを再び低温ガス化炉のガス化剤として再利用することを特徴とするものである。本発明の好ましい態様では、発電設備として燃料電池を用いる。

燃料電池は化学エネルギーを、熱エネルギーを介すことなく直接電気エネルギーに変換できる技術として近年技術開発が急ピッチで進められている。燃料電池には大きく分けて4種類のものがあり、作動温度が高い方から固体電解質型燃料電池(SOFC)、溶融炭酸塩型燃料電池(MCFC)、リン酸型燃料電池(PAFC)、固体高分子型燃料電池(PEFC)がある。リン酸型燃料電池と固体高分子型燃料電池は燃料ガスとして純粋な水素ガスを必要とするのに対して、固体電解質型燃料電池と溶融炭酸塩型燃料電池は反応温度が高く、貴金属触媒を必要としないので水素ガスだけでなく、触媒の被毒成分となる一酸化炭素も燃料として用いることができるというのが大きな特徴である。

また、燃料電池の大きな特徴としては、混合ガス中の燃料成分ガスだけを選択的に反応させることができるという点である。例えば水素、一酸化炭素といった燃料ガスが他の燃料成分以外のガス、例えば窒素、二酸化炭素、水蒸気といったガスと混合されていても、その中から燃料として利用できるガス成分だけが酸素と反応して電気を生ずるので、特別なガス分離技術を用いることなく混合ガスから高効率で発電することができるるのである。

例えば、石炭や有機性廃棄物を空気吹きでガス化し、得られた生成ガスによってガスタービンを駆動して発電する場合、生成ガス中に空気由来の窒素が含まれているために高温燃焼ガスを得ようとしても窒素ガス

の昇温顯熱分だけ余計な熱を必要とすることになる。理論的には生成ガスの発熱量が 3.35 MJ/m^3 (NTP) (800 kcal/Nm^3) で約 1500°C 、 2.51 MJ/m^3 (NTP) (600 kcal/Nm^3) で約 1200°C の燃焼ガス温度を得ることができると、実際には 4.19 MJ/m^3 (NTP) (1000 kcal/Nm^3) を超えないと安定燃焼は難しいし、高温にするとサーマル NOx の発生の問題もあり、窒素が大量に混入したガスを燃焼させての高効率発電は非常に困難なのが現実である。

それに対して、上記同様のガスを用いて燃料電池で発電する場合には、生成ガス、即ち燃料ガスへの窒素ガスの混入は、電極への燃料ガス成分の接触頻度が減少する等、若干の悪影響はあるもののガスタービンによる発電に比べると窒素混入が及ぼす悪影響の度合いははるかに小さい。

都市ゴミのように $8.37 \sim 12.56 \text{ MJ/kg}$ ($2000 \sim 3000 \text{ kcal/kg}$) 程度の発熱量しかない低カロリー可燃物をガス化して発電しようとすると、できるだけ冷ガス効率を高めることが重要になる。近年開発が進められている廃棄物のガス化溶融技術において、熱分解炉に外熱式等の間接加熱方式を採用している場合があるが、これはまさに「部分燃焼させず、酸素比を抑えて冷ガス効率を高めるため」である。冷ガス効率を高める最も効果的な方法は、無駄な熱を発生させないことであり、ガス化温度をできるだけ下げるこことは特に効果的である。低いガス化温度で済めば、高温にするための熱発生に費やされる可燃分消費、酸素消費共に少なくて済むので冷ガス効率が高まると共に、酸化剤として純酸素を使用する場合でも、酸素製造にかかるエネルギーを抑制でき、送電端効率が向上するのである。

また、ガス化温度が低ければ、炉材の面でも有利である。現在開発が進められている石炭の完全ガス化プロセス (IGCC) においては、ガス化炉の最高温度が 1500°C 以上もの高温になるので、この温度に耐

えうる耐火材の選定に非常な困難を要するが、現在のところ、この温度、使用環境に耐えうる耐火材はなく、やむなく外部から耐火材を冷却して耐火材の寿命を延ばしているのが実状である。そのため、高圧系にして設備を小型化しても炉壁面からの放熱損失が入熱全体の数%に達し、全体の効率向上の足かせとなっている。

但し、ガス化温度を下げる可燃成分の分解が進まず、燃料電池の燃料ガス成分である水素と一酸化炭素ではなく、比較的高分子の炭化水素、場合によってはタールのような高分子炭化水素のまで残る可能性がある。これらの高分子炭化水素がそのまま燃料電池に流入すると、燃料として利用されず効率が低下するだけでなく、縮合重合反応により電池内に炭素を析出させたりさまざまなトラブルの原因になる。

しかしながら、近年 700～800°C といった比較的低温での完全ガス化を促進するための各種触媒の研究が進められており、Ni をはじめ、Na、K、Ca、FeO 等の触媒に効果があることが確認されている。また、固体電解質型燃料電池 (SOFC) や溶融炭酸塩型燃料電池 (MCFC) といった作動温度の高い燃料電池は、その高い作動温度、及び燃料電池内で消費されずにリークした残燃料ガスの燃焼熱を用いて、燃料ガスの自己熱改質いわゆる内部改質ができるのが特徴であり、この内部改質機能を有効に機能させれば、比較的低い温度でガス化した生成ガスを燃料電池の燃料ガスとして利用することができる。

前記触媒はガス化工程で発生した生成ガス中に含まれるタールや炭化水素を水素や一酸化炭素にまで分解するいわゆる改質機能を有するものであり、これらの触媒を充填した充填層を所定の温度に保ち、タールや炭化水素を含む生成ガスを、炭酸ガスや水蒸気といった改質用ガスと共に導入することによって、改質することができる。触媒充填層の温度は通常 700°C～800°C である。前記触媒は金属単体としてはもちろん

触媒効果はあるが、例えば Ca のように酸化物 (CaO) となっても同様の機能を有するものが多い。もちろんこれらの触媒を流動層ガス化炉の流動媒体として用いてもよい。

但し、さまざまな種類の可燃物から得た生成ガスを燃料電池の燃料ガスにしようとするならば、生成ガス中に含まれる塩化水素や硫化水素などの腐食性ガスに十分に注意する必要がある。特に作動温度が高い固体電解質型燃料電池 (SOFC) や溶融炭酸塩型燃料電池 (MCC) においては、腐食条件も厳しくなるので、燃料電池に流入させる前にそれらの腐食性ガスを除去しなければならない。

塩化水素や硫化水素を含むガスが発生するような場合には、それらを除去するプロセスとして生石灰 (CaO) の充填層を用いるのが有効である。塩化水素は生石灰と反応して塩化カルシウム (CaCl₂) を生成するし、硫化水素は生石灰と反応し硫化カルシウム (CaS) を生成するので、塩化水素や硫化水素を発生するガス化プロセスの後に生石灰の充填層を設ければ、ガス温度を大きく下げることなく腐食成分の除去が可能になる。

都市ゴミ等をガス化した際に問題になる腐食成分として忘れてはならないのが塩化ナトリウム (NaCl) や塩化カリウム (KCl) といったアルカリ金属塩である。これらは 650°C 以上の温度域では溶融した状態のミストとして存在し、溶融温度以下の部分に固着して激しい腐食を引き起こす。従って、燃料電池を構成する金属部材のこれらの溶融塩類による腐食を防ぐことが重要であるが、これらの溶融アルカリ金属塩類を生成ガス中から取り除くには、生成ガスを塩の溶融温度以下に一旦冷却し、固体にしてからフィルター等で取り除くのが効果的である。

アルカリ金属塩類の溶融温度は 650°C 以上であるので、生成ガスを 650°C 以下に冷却し、セラミックフィルターのような精密集塵を行な

えば、溶融塩類による腐食の心配は大きく軽減できる。この650°Cという温度は、タール等を含む生成ガスを扱う場合でも非常に有利である。なぜなら400°C以上の温度でタールは気体の状態なので、タールによるフィルターの閉塞といったトラブルが生じないからである。

本発明の好ましい態様においては、可燃物を低温ガス化炉にて400°C以上1000°C以下の温度でガス化し、低温ガス化炉で発生した生成ガスを650°C以下に冷却した後、ガス精製装置を通し生成ガス中の被毒成分を除去し、精製された生成ガスを燃料電池に供給して発電する。この場合、低温ガス化炉から排出され650°C以下に冷却されたガス中に含まれる灰、チャー、塩類といった固体分を中温集塵器にて捕集し、後段のガス精製装置への固体分の流入を防止する。また、生成ガスをガス精製装置によりガス精製する前に、1000°C以上1500°C以下の高温にて生成ガス中のタールや炭化水素を低分子化した後に、生成ガスを燃料電池に供給してもよい。

前記ガス精製装置としては乾式と湿式の両方があるが、燃料電池として固体電解質型燃料電池や溶融炭酸塩型燃料電池を用いる場合は、作動温度が固体電解質型燃料電池で900°C～1000°C、溶融炭酸塩型燃料電池で700°C前後なので、生成ガスを650°C以下に冷却した後、乾式のガス精製装置を用いるのが顯熱ロスを防ぐ意味でも有効であるが、燃料電池としてリン酸型燃料電池や固体高分子型燃料電池を用いる場合は、燃料電池の作動温度がリン酸型燃料電池で200°C前後、固体高分子型燃料電池で80°C前後であるので、いずれにしても燃料電池へ供給する燃料ガス温度を200°C以下に冷却しなければならず、ガス精製を高温で行う必要はなく、湿式のガス精製装置が採用できる。従って、アルカリ金属類やタール成分の除去方法としてスクラバを採用して水洗しても良い。

以下、本発明に係る可燃物のガス化による発電システムの基本構成を図23乃至図25を参照して説明する。図23乃至図25において、同一又は対応する部材は、同一の符号を付し、重複する説明が省略される。

図23は本発明の基本構成を示す図である。可燃物がガス化工程Aに供給されてガス化される。ガス化工程Aで発生した生成ガスは熱回収工程Bで650°C以下に冷却される。必要に応じて熱回収工程の上流及び／又は下流に集塵工程3を設けても良い。熱回収工程Bで冷却されたガスはガス精製工程Cに導入され、燃料電池用の燃料ガスに精製された後に燃料電池発電工程6に供給される。

図24はガス精製工程Cの第1の構成を示す図である。ガス精製工程Cに導入された生成ガスは先ず腐食性ガス除去工程4にて塩化水素や硫化水素等の腐食性ガスが除去された後、燃料改質工程5に導入されて炭化水素を水素、一酸化炭素にまで分解した後、燃料電池発電工程6に供給される。もちろんガス化工程に、低温ガス化炉に加えて、1000°C～1500°Cで運転される高温ガス化炉が設けられ、そこで炭化水素が十分に分解されている場合は燃料改質工程5を省略することができる。燃料改質工程としては、前述の改質触媒を充填した固定床もしくは移動床反応器や、ガス温度を殆ど上げることなく選択的に炭化水素を分解する低温プラズマ改質装置などが用いられる。低温プラズマを利用した改質装置は運転温度や運転圧力の制約が殆ど無いのが長所である。この第1の構成は比較的作動温度の高い燃料電池、即ち固体電解質型燃料電池や溶融炭酸塩型燃料電池を用いる場合に適したガス精製工程で、腐食性ガス除去工程に酸化鉄や酸化亜鉛を吸収剤として用いる乾式プロセスを選定することにより、生成ガスの顯熱をロスすることなく精製ガスを燃料電池発電工程6に供給できる。

図25はガス精製工程Cの第2の構成を示す図であり、燃料電池とし

て固体高分子型燃料電池やリン酸型燃料電池を用いる場合に適したガス精製工程の構成を示す図である。図25に示す構成と同様に、ガス精製工程Cに導入された生成ガスは先ず腐食性ガス除去工程4にて塩化水素や硫化水素等の腐食性ガスが除去された後、燃料改質工程5に導入されて炭化水素を水素、一酸化炭素にまで分解した後、変成工程17に導入されCOシフト反応により一酸化炭素を水素に転化させる。更に残留した一酸化炭素を除去するためにCO除去工程18に導入され、その後水素吸蔵合金を用いた水素純化工程19を経て純水素ガスまたは高濃度水素ガスにした後、燃料電池発電工程6に供給される。もちろん燃料電池が低濃度水素ガスに対応できる場合は水素純化工程を省略できる。腐食性ガス除去工程4の具体的な構成としては、スクラバ等の湿式ガス洗浄工程で脱塩を行い、その下流に水添脱硫方法等の脱硫工程を設けるのが効果的であるが、もちろんその他の方法を組み合わせて構成しても良い。変成工程17及びCO除去工程18の上流には必要に応じて前処理工程を設けるのが有効で、変成工程の前処理としては変性反応を促進すべくガス中の炭酸ガス分圧を減少させたり、水蒸気分圧を増加させたりする工程が有効であり、具体的には炭酸ガスを吸収して炭酸ガス分圧を減少させるアミン吸収法や、水蒸気分圧を高めるために生成ガス中に水蒸気を吹き込む方法などが採用される。またCO除去工程18の前処理工程として採用される方法はCO除去の方法によって異なるが、CO除去方法としてメタン化反応によるメタン化工程を用いる場合にはできるだけ炭酸ガス含有量を下げるために炭酸ガスのアミン吸収法が有効で、CO除去方法として選択酸化による選択酸化工程を用いる場合は酸化剤としての酸素含有ガスの吹き込みが必要となる。また低温プラズマを用いてもCO除去が可能であるが、この場合は水蒸気の吹き込みが必要となる。

図面の簡単な説明

図 1 は本発明の第 1 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの基本構成図である。

図 2 は本発明の第 2 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図 3 は本発明の第 3 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図 4 は本発明の第 4 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図 5 は本発明の第 4 実施例の主要構成機器の典型的な形状を示した図である。

図 6 は本発明の第 5 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図 7 は本発明の第 6 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図 8 は本発明の第 7 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図 9 は本発明の第 8 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図 10 は本発明の第 9 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図 11 は移動層式集塵装置を説明する図である。

図 12 は燃料改質装置の詳細構造を示す概略断面図である。

図 13 は本発明の第 10 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図 14 は本発明の第 11 実施例である燃料電池複合サイクル発電シス

テムの構成図である。

図15は本発明の第12実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図16は原料フィーダを説明する詳細図である。

図17は本発明の第13実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図18は本発明の第14実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図19は本発明の第15実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図20は本発明の第16実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図21は本発明の第17実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図22は本発明の第18実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。

図23は本発明の燃料電池複合サイクル発電システムの基本的な構成図である。

図24は本発明の燃料電池複合サイクル発電システムを構成するガス精製工程の第1の構成例を示す図である。

図25は本発明の燃料電池複合サイクル発電システムを構成するガス精製工程の第2の構成例を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明に係る可燃物のガス化による発電システムの実施形態を図1乃至図22を参照して説明する。図1乃至図22において、同一又

は対応する部材は、同一の符号を付し、重複する説明が省略される。

図1は本発明の第1実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの基本構成図である。原料フィーダ1から流動層ガス炉である低温ガス化炉2に供給された原料21は400°Cから1000°Cの温度域で熱分解を受け、燃料電池発電のための有効ガス成分である水素と一酸化炭素、及び若干の炭化水素を含んだガスを生成する。この場合、投入時の温度から400°C～1000°Cへの昇温は、原料21を部分燃焼させることにより行う。また原料21中に混入した不燃物22は、ガス化炉2から排出される。低温ガス化炉には流動床炉の他、ロータリーキルン、ストーク炉等を用いても良いが、都市ゴミのように不定形で、かつ不燃物を含む可燃物を原料とする場合には、流動床炉の方が望ましい。なぜなら流動床炉であれば炉から排出されるべき不燃物に未燃物が付着しないので、不燃物の処理、処分における問題が少ないからである。また流動床炉を採用する場合の層温は、熱分解を阻害しない範囲で低い方、具体的には400°C以上600°C以下で運転する方が、不燃物が酸化されないので再利用し易く、好ましい。

また、都市ゴミ等の不定形可燃物を原料とする場合は、原料フィーダからの空気の漏れ込みを防止するために図16に示すような原料フィーダを採用するのが良い。ここで図16に示す原料フィーダの詳細な説明をする。原料フィーダ1の外部ケーシングは、原料ホッパ部401と、先端に行くに従って直徑が小さくなるテーパ形状のケーシング402と、その下流に設けられた複数の開口部430を有するテーパ形状の穴明きケーシング403と、出口450を含む先端ケーシング404より形成されている。ケーシング内部にはテーパ形状のケーシングに合わせて先端に行くほど直徑が小さくなるスクリュウ軸410が設けられている。原料となる可燃物21は、原料ホッパ部401に供給され、スクリュウ

軸 4 1 0 の回転によりスクリュー軸先端へと搬送されるとともに、スクリュー軸 4 1 0 及びケーシング 4 0 2 のテーパ形状により圧縮される。圧縮された可燃物からは水分が圧搾され、ケーシング 4 0 3 に設けられた複数の開口 4 3 0 から機外へ排出される。開口の大きさは可燃物が出てこない大きさで最大径で 1 0 mm 程度である。圧搾されて含水率が低下した可燃物は出口 4 5 0 から低温ガス化炉 2 へと供給される。

原料フィーダ 1 のケーシング 4 0 1, 4 0 2, 4 0 3 の内部では可燃物が圧縮されており、機内圧が上昇しているので、外部から空気等が漏れ込むことはない。また圧搾により可燃物の含水率が低下するので、低温ガス化炉内での蒸発潜熱による熱損失が少なくなり、その分、酸素比も低下するので、冷ガス効率が高くなる。また圧縮された可燃物は密度も比較的均一になり、供給量の変動も少なくなるので、本発明の原料フィーダとして非常に好ましい装置である。

前記原料フィーダで原料を圧搾した際に生ずる圧搾水は熱回収工程 B (図 2 3 参照) に供給し、高温の生成ガスに混入することによって蒸発・分解させるのが最も簡便であるが、熱バランスの問題やその他の理由で熱回収工程 B に供給できない場合は乾燥工程に導いて乾燥処理しても良い。乾燥処理の方法としては間接加熱方式の乾燥機を用いるのが良く、乾燥のための熱源としては燃料電池 6 から発生する熱を用いるのが熱の有効利用の面から見ると最も良いが、固体高分子型燃料電池のように排熱の温度レベルが 1 0 0 °C 以下と低く、加熱伝熱面が大きくなってしまうといった場合には、熱回収工程 B で生成ガスから回収された熱を用いても良い。熱量的に不足する場合は補助燃料を加える。乾燥後の残留固形分は原料に混ぜて処理できる。乾燥時に圧搾水から発生する蒸気は臭気が著しいので熱回収工程 B に供給し、高温の生成ガスに混入することによって分解するのがよい。このように圧搾水を生成ガスの系外で蒸

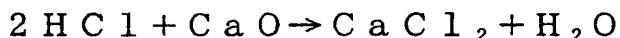
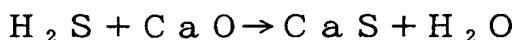
発・乾燥させてから、発生した蒸気のみを熱回収工程に供給すれば、圧搾水をそのまま熱回収工程に吹き込むのと比べてガス温度の低下幅が小さく、熱回収室工程での蒸発量が増加するという効果が期待できる。特にガス化工程に1000°C～1500°Cで運転する高温ガス化炉を採用し、高温ガス化炉の下流に熱回収工程を設けた場合には、熱回収工程に導入される生成ガス温度が1300°C前後と高く、熱回収工程での伝熱は輻射伝熱が支配的となり、ガス温度を高温に維持することによる熱回収量の増加割合が大きいので有利である。

低温ガス化炉2から出た生成ガスと灰分等の固形分は集塵装置3に送られるが、この時の集塵装置の入口温度は400°C以上650°C以下に保たれている。低温ガス化炉2における下流部、即ちフリーボード部では、熱分解吸熱反応が進むため、ガス温度が流動層部よりも低下するので、たとえ流動層温度が950°Cであっても、フリーボード部でのガス温度は650°Cより低温になる可能性はあるが、ガス温度が高い場合には輻射ボイラを設けることで対応する。ガス温度が400°C以下になる場合には、タールトラブルを避けるためにフリーボード部に空気もしくは酸素を供給し、ガス温度を上げる必要がある。集塵装置としてはサイクロンを用いても良いが、集塵性能の高いフィルター方式を採用するのが望ましい。400°C～650°Cといった温度域では、集塵装置として高温バグフィルターも用いることができるが、近年開発が急ピッチで進められているセラミックフィルターなどを用いても良い。

集塵装置3で灰及びアルカリ金属塩類23等の固形分が除去された生成ガスは、腐食性ガス除去装置4へ送られ、ここで生成ガスから塩化水素や硫化水素といった腐食性ガスが除去される。腐食性ガス除去装置としては前述の生石灰充填層が効果的である。図11に示すような生石灰等を利用した移動層式集塵装置があり、この方式を用いるならば上記の

集塵機能と腐食性ガス除去機能の両方を兼ね備えているので、全体設備を簡素化することができる。この移動層集塵装置の移動層を形成する媒体としては生石灰以外に、ドロマイドなどを用いることができる。また硫黄分の除去に関しては、Ni-Mo系の触媒により硫黄分を全量硫化水素とした後、酸化亜鉛（ZnO）と反応させて硫化亜鉛（ZnS）として回収するプロセスを採用しても良い。

次に、図11に示す移動層式集塵装置を説明する。移動層式集塵装置150は、ケーシング151内にフィルター部152を備えている。フィルター部152にはCaO粒子充填層153があり、CaO粒子は、フィルター部152と外部の再生器154との間を循環経路155を介して循環するようになっている。集塵装置3（図1参照）から排出された生成ガスは、ケーシング151の入口部151aより流入し、フィルター部152内に流入する。フィルター部152内において、生成ガス中の硫化水素（H₂S）及び塩化水素（HCl）はCaOと反応して除去され、精製された生成ガスはケーシング151の出口部151bから排出される。この場合の反応式は以下のとおりである。



未反応のCaOおよび反応生成物（CaSおよびCaCl₂）は再生器154に送られ、ここでCaSおよびCaCl₂は除去され、CaOのみが循環経路155を介してフィルター部152に戻る。消費された分に相当するCaOは、循環経路155より補給される。

移動層式集塵装置150等からなる腐食性ガス除去装置4において、腐食性ガスが除去された生成ガスは、燃料改質装置5に送られ、ここで生成ガス中に含まれる炭化水素は水素と一酸化炭素にまで分解される。この分解を促進するためには高温にすることが必要であり、その熱源と

しては燃料電池のアノード（負極）側から排出されるガス中に含まれる水素と一酸化炭素が有効活用される。従ってこれらの残ガスを燃焼させるべく、燃料改質装置5には必要に応じて酸素ガス（O₂）31が供給される。

図12は燃料改質装置5の詳細構造を示す概略断面図である。燃料改質装置5には、ハウジング190内に炭化水素の低分子化を促進するNi-Mo系やCo-Mo系の触媒が充填された反応管191が設けられており、その反応管191の内部に生成ガスと、改質のための水素および酸素供給源としての水蒸気が必要に応じて供給される。アノード排ガス中に含まれる燃料ガスと新たに供給された酸素をバーナ192に供給し燃料ガスを燃焼させ、燃焼反応による熱で反応管191を800℃程度にまで加熱し、生成ガス中の炭化水素を水素と一酸化炭素にまで完全分解する。

ガス化炉2におけるガス化によって生成された水素および一酸化炭素と、前記燃料改質装置5において高分子炭化水素が分解されて生成された水素および一酸化炭素とからなる燃料ガスと、水蒸気、二酸化炭素を主成分とした生成ガスは、溶融炭酸塩型燃料電池（MCCF）6の負極側へと送られ発電する。この時、燃料電池6の正極側へは酸素源としての空気32又は酸素が供給される。通常、燃料電池内部での燃料ガスの利用効率は100%ではないので、燃料電池6の負極側からの排気には、主成分である水蒸気と二酸化炭素の他に、多少の未反応燃料ガス（水素および一酸化炭素からなる）を含んでおり、このガスが前述の燃料ガス改質の熱源として利用されることになる。

また、燃料電池の負極側からの排気の温度は燃料電池の作動温度にほぼ等しいので、この顯熱を再びガス化の熱源に用いることによって、可燃物を部分燃焼させる量を減らすことができ、ガス化効率を向上させる

ことができるだけでなく、水蒸気を大量に含むので蒸気改質効果によるガス化反応を促進させることに寄与し、誠に好都合である。燃料電池6の負極側からの排気には、主成分である水蒸気と二酸化炭素の他に、多少の未反応燃料ガス（水素および一酸化炭素からなる）を含んでいる。本実施例では高温プロワ9を利用して燃料電池の負極側からの600～700°Cの排気を低温ガス化炉2のガス化剤および流動化用ガスとして再利用している。この循環ガスの持つ顯熱だけでは低温ガス化炉2の層温を維持できないような場合には、必要に応じて低温ガス化炉2に酸素(O₂)31を供給すれば良い。この場合の酸素ガスの供給方法については、循環ガス中に混入させると残可燃ガスが燃焼して高温になる恐れがあるので、低温ガス化炉2へ供給する際には酸素ガスと循環ガスは互いに独立して供給するのが良い。また酸素100%での供給は活性が高すぎて危険なので、酸素を蒸気、炭酸ガス等で希釈して供給するのが望ましい。

溶融炭酸塩型燃料電池(MCFC)は、正極側へ二酸化炭素を供給する必要があるので、負極側からの排気の一部はガス燃焼器7に送られ可燃分を完全燃焼させた後、その更に一部はガスクーラ8で冷却して水分(H₂O)36を除き、純度の高い二酸化炭素(CO₂)35とした後、プロワ12によって燃料電池6の正極に必要量供給され、不要分は系外に排出される。この排出された二酸化炭素は純度が高く、他の化学原料として利用することもできるし、固定すれば炭酸ガスの放出を抑制し、地球温暖化防止に貢献できる。ガス燃焼器7から排出された残りの完全燃焼ガスは燃料電池の正極側からの排気と共に排熱ボイラ10に送られて熱回収され、蒸気サイクルの熱源となる。排熱ボイラ10の排気はプロワ11によって系外に排出される。ガス燃焼器7で発生した熱は前述の燃料改質の熱源としても有効に利用される。

図2は本発明の第2実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。図2に示す実施例は燃料改質装置5と燃料電池6及びガス燃焼器7を一体化させ、設備の簡素化と効率化を図った場合の実施例である。このように一体化させることによって、燃料電池6及びガス燃焼器7で発生した熱が有効に燃料改質に利用できるので、総合効率の向上に効果的である。図2に示す実施例のその他の構成は図1に示す実施例と同様である。

都市ゴミのような発熱量の低い可燃物を図2に示す方法でガス化した場合、発生するガスの発熱量は湿ガスベースで1.88～2.10 MJ/m³(NTP) (450～500 kcal/Nm³)、乾ガスベースでは約2.72 MJ/m³(NTP) (650 kcal/Nm³)の低いものとなる。このガス中に含まれる有効ガスは13 Vol.%程度の水素と3 Vol.%程度の一酸化炭素で、残りは水蒸気と二酸化炭素であるが、このような性状のガスを用いて燃料電池で発電しようとすると、有効ガスの濃度が低いので、電極との接触効率が低下し、燃料電池内での燃料ガスの有効利用率が低下し、電池の持つ性能を十分に發揮できず、出力が上がらないという問題がある。その場合は系の圧力を上げるのが有効である。圧力を上げることによって有効ガスの分圧が高まり、電極と有効ガス分子との接触効率が向上し、燃料ガスの有効利用率を高めることができるからである。

また、燃料ガス成分の分圧を高めれば燃料ガスの有効利用率を高めることができるだけでなく、燃料電池の発電効率そのものを向上させることができるとし、圧力を高めることで燃料ガスの容積を小さくできるので、ガス精製工程をコンパクト化することもできる。

燃料電池に供給する燃料ガスの圧力を高める方法としては、ガス化炉自体を加圧運転するという方法と、常圧でガス化してそのガスを圧縮するという方法が考えられるが、前者は加圧系に原料を供給しなければな

らないという困難さがあり、特に都市ゴミのような不定形の可燃物を高圧部に供給するというのは困難性がある。また後者は圧縮エネルギーを抑えるために圧縮前にガスを冷却しなければならないが、その分だけ顯熱ロスが増えてしまう。燃料電池として固体高分子型燃料電池（P E F C）やリン酸型燃料電池（P A F C）を採用する場合であれば、いずれにしても供給ガス温度を下げなければならないが、溶融炭酸塩型燃料電池（M C F C）や固体電解質型燃料電池（S O F C）を採用する場合は、せっかく高温ガスを供給できるにもかかわらず、圧縮のために一度冷却しなければならずエネルギー損失となってしまう。

従って燃料電池としてM C F CやS O F Cを用いる場合はガス化炉自体を加圧運転するのが良く、またP E F CやP A F Cを用いる場合には上記マイナス要素を十分考慮した上でシステム毎に最適なガス圧縮方法を選択・採用することができる。燃料電池に供給する燃料ガスの圧力は原理的には高い方が好ましいが、実用上は0. 2～1. 0 MPa、好ましくは0. 4～0. 8 MPa、更に好ましくは0. 5～0. 6 MPaにするのが燃料電池の耐圧構造等の観点からも好ましい。この場合のガス化工程の運転圧力は、通常燃料電池に供給する圧力よりも5～50 kPa高い圧力が必要となるが、もちろん燃料電池供給前に燃料ガスを圧縮機で昇圧する場合には、ガス化工程は任意の圧力で運転できる。但し、ガス化炉への原料供給を考慮し、大気圧より0. 2～1. 0 kPa低い圧力で運転するのが好ましい。

図3は本発明の第3実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。図3は燃料ガスの圧力を高めた場合の実施例の1つである。本実施例においては、燃料電池6、燃料改質装置5、ガス燃焼器7、ガスクーラ8、腐食性ガス除去装置4、集塵装置3、低温ガス化炉2までが圧力容器13内に収容されていて加圧されており、原料は常圧

から加圧系へ供給しなければならず、ロックホッパ式供給器などを用いて低温ガス化炉2に供給することが望ましい。但し都市ゴミ等の不定形可燃物はホッパ部でのブリッジトラブル等を引き起こし易いので、できるだけハンドリング性の良い可燃物がこの方式には適している。例えば都市ゴミから不燃物を取り除き、乾燥・成形し固形燃料化したRDFや、タイヤチップなどはこの方式に適した燃料と言える。

また、本実施例のように加圧下で燃料電池発電を行なうと、溶融炭酸塩型燃料電池(MCFC)で約700°Cの高圧ガスが排気されるので、燃料電池6からの排気をガスタービン(ガスエキスパンダー)14に導き、ガスタービン14により動力回収が可能である。そして、ガスタービン14の排気から排熱ボイラ10で熱回収し、得られた蒸気を蒸気タービンに導き動力回収を行なえば、燃料電池6、ガスタービン14、蒸気タービン(図示せず)の3段複合サイクル発電が可能となる。図3では、圧力容器13はシステム全体で1つになっているが、複数の圧力容器を設け、各装置をそれぞれ単独に圧力容器に納めても良い。図3に示す実施例のその他の構成は図2に示す実施例と同様である。

廃プラスチック等、発熱量の高い可燃物については別的方式も適用できる。近年最終処分場の制約などから焼却灰をスラグ化して再利用することの必要性が高まりつつあるが、廃プラスチック等の高カロリー可燃物は灰分をスラグ化したり生成ガス温度を上げて生成ガスの低分子化を図ったりするのに十分な発熱量を有しているので、さまざまなプロセスを適用することができる。

図4は本発明の第4実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。図4は廃プラスチック等の発熱量の高い可燃物を原料として燃料電池複合サイクル発電を行なった場合の実施例を示す。原料21を低温ガス化炉2で400~1000°Cで熱分解・ガス化して得ら

れた生成ガスは、そのまま高温ガス化炉15へ送られ、高温ガス化炉15において1000～1500°Cの温度で更にガス化され、低分子化される。高温ガス化炉15の温度は、生成ガス中に含まれる灰分が溶融する温度以上に維持され、生成ガス中の80～90%の灰分はスラグ化され、溶融スラグ26として系外に排出される。生成ガス中の有機物、炭化水素は高温ガス化炉内で完全に水素、一酸化炭素、水蒸気、二酸化炭素にまで分解される。高温ガス化炉15で得られた生成ガスは、その後、輻射ボイラ16からなる排熱ボイラで650°C以下にまで冷却され、溶融アルカリ金属塩類を凝固させ、この溶融アルカリ金属塩類24を集塵装置3で捕集する。一方、排熱ボイラで得られた蒸気36は、蒸気タービンに供給され、動力回収される。

前記低温ガス化炉は400～1000°Cの温度範囲で運転されるが、好ましくは450～800°C、更に好ましくは500～600°Cで運転されるのが望ましい。また前記高温ガス化炉は1000～1500°Cの温度範囲で運転されるが、好ましくは1000～1400°C、更に好ましくは1100～1350°Cで運転されるのが望ましい。

有機物の完全分解と、固体分除去の完了した生成ガスは、腐食性ガス除去装置4に導かれ、腐食性ガスが除去された後、燃料電池6で発電に供される。このプロセスにおいて、高温ガス化炉15は燃料改質と灰のスラグ化という2つの機能を果たしている。このプロセスは灰がスラグ化でき、しかも灰をアルカリ金属塩類や低融点金属類とは別に取り出せるということで、灰処分の問題を軽減できるという大きなメリットがあり、また燃料電池直前の燃料改質が不要になるが、欠点としては一度1000°C以上に昇温した生成ガスを溶融アルカリ金属塩の凝固点以下の650°Cにまで下げる必要があり、この高温生成ガス中にはまだ腐食成分が大量に含まれているのでせっかくの高温の顯熱でありながら蒸気

という低温で熱回収せざるを得ず、その分だけ効率が低下してしまうことである。

但し、近年高温ガスから 700°C 以上の高温顯熱を空気等のガスを熱回収媒体として回収する技術が開発されており、低温ガス化炉のガス化剤として利用される酸素、水蒸気等を熱媒体として用い、700°C 以上に加熱した後にガス化炉に供給することによって、高温顯熱を有効に利用することもできる。

燃料電池 6 の負極側からの排気の一部は、高温プロワ 9 によって低温ガス化炉 2 に供給し、ガス化剤および流動化用ガスとして再利用している。また燃料電池 6 の負極側からの排気は、ガス燃焼器 7 及び高温ガス化炉 15 にも供給される。

このとき高温ガス化炉 15 下流の輻射ボイラ 16 の代わりに、高温顯熱回収器を設けて高温ガスと燃料電池 6 の負極側からの排気の一部とで間接熱交換し、高温ガスの持つ高温顯熱を回収して低温ガス化炉 2 に還元することも有効である。また負極側の排気の一部を高温ガス化炉に供給する際は、高温ガス化炉内に流入するまでは絶対に酸素含有ガスと混合しないことが肝要であり、高温ガス化炉に設ける負極側排気供給ノズルと酸化剤供給ノズルは、別々にする。やむを得ず 1 つのノズルから供給する場合は、2 重管構造の 2 流体ノズルを用いて、負極側排気と酸化剤が炉内でのみ混合されるようにする。

一方、燃料電池 6 の正極側からの排ガスはガス燃焼器 7 及び排熱ボイラ 10 に送られる。そして、ガス燃焼器 7 において排ガス中の可燃分を燃焼させた後、ガス燃焼器 7 からの排ガスの一部は排熱ボイラ 10 における排ガスと合流して、プロワ 11 によって系外に排気される。またガス燃焼器 7 からの排ガスの一部は、ガスクーラ 8 で冷却して水分 (H_2O) 36 を除き、純度の高い二酸化炭素 (CO_2) 35 とした後、プロ

ワ 1 2 によって燃料電池 6 の正極に必要量供給される。

但し、この二酸化炭素の循環は燃料電池として溶融炭酸塩型燃料電池(MCFC)を用いる場合にのみ必要で、他の燃料電池を採用する場合は必要ない。

図 5 は第 4 実施例の主要構成機器の典型的な形状を示したものである。低温ガス化炉 2 は内部旋回流を有する円筒形流動床炉であり、原料の炉内拡散性を高めて安定したガス化を行なわせている。炉内中央の流動媒体が沈降している部分には酸素を含まないガスを供給し、炉内周辺部にのみ酸素を供給することにより、低温ガス化炉内で発生したチャーの選択燃焼が可能になり、炭素転換率、冷ガス効率の向上に寄与する。また高温ガス化炉 1 5 は旋回型溶融炉である。

図 5 に示す円筒形流動床炉を、以下に詳細に説明する。円筒形流動床炉の炉床には、円錐状の分散板 1 0 6 が配置されている。分散板 1 0 6 を介し供給される流動化ガスは、炉底中央部 2 0 4 付近から炉内へ上向き流として供給される中央流動化ガス 2 0 7 及び炉底周辺部 2 0 3 から炉内へ上向き流として供給される周辺流動化ガス 2 0 8 からなる。

中央流動化ガス 2 0 7 は酸素を含まないガスからなり、周辺流動化ガス 2 0 8 は酸素を含むガスからなっている。流動化ガス全体の酸素量が、可燃物の燃焼に必要な理論燃焼酸素量の 1 0 % 以上 3 0 % 以下とされ、炉内は、還元雰囲気とされる。

但し、前記の酸素比 1 0 ~ 3 0 % というのは都市ゴミのように発熱量の低い可燃物を原料とした場合の値であり、廃プラスチック等の高発熱量可燃物を原料とする場合は 5 % ~ 1 0 % の値となる。

中央流動化ガス 2 0 7 の質量速度は、周辺流動化ガス 2 0 8 の質量速度より小にされ、炉内周辺部上方における流動化ガスの上向き流がデフレクタ 2 0 6 により炉の中央部へ向かうように転向される。それによっ

て、炉の中央部に流動媒体（珪砂を使用）が沈降拡散する移動層209が形成されるとともに炉内周辺部に流動媒体が活発に流動化している流動層210が形成される。流動媒体は、矢印118で示すように、炉周辺部の流動層210を上昇し、次にデフレクタ206により転向され、移動層209の上方へ流入し、移動層209中を下降し、次に矢印112で示すように、分散板106に沿って移動し、流動層210の下方へ流入することにより、流動層210と移動層209の中を矢印118および112で示すように循環する。

原料フィーダ1によって移動層209の上部へ供給された原料21は、流動媒体とともに移動層209中を下降する間に、流動媒体のもつ熱により加熱され、主として揮発分がガス化される。移動層209には、酸素がないか少ないため、ガス化された揮発分からなる熱分解ガス（生成ガス）は燃焼されないで、移動層209中を矢印116のように抜ける。それ故、移動層209は、ガス化ゾーンGを形成する。フリーボード102へ移動した生成ガスは、矢印120で示すように上昇し、フリーボード102を経てガス出口108から生成ガスgとして排出される。

移動層209でガス化されない、主としてチャー（固定炭素分）やタルは、移動層209の下部から、流動媒体とともに矢印112で示すように炉内周辺部の流動層210の下部へ移動し、比較的酸素含有量の多い周辺流動化ガス208により燃焼され、部分酸化される。流動層210は、可燃物の酸化ゾーンSを形成する。流動層210内において、流動媒体は、流動層内の燃焼熱により加熱され高温となる。高温になつた流動媒体は、矢印118で示すように、傾斜壁206により反転され、移動層209へ移り、再びガス化の熱源となる。流動層の温度は、400～1000°C、好ましくは400～600°Cに維持され、抑制された燃焼反応が継続するようにされる。流動層ガス化炉の底部外周側の部分

には、不燃物 22 を排出するためのリング状の不燃物排出口 205 が形成されている。

図 5 に示す流動層ガス化炉によれば、流動層炉内にガス化ゾーン G と酸化ゾーン S が形成され、流動媒体が両ゾーンにおいて熱伝達媒体となることにより、ガス化ゾーン G において、発熱量の高い良質の可燃ガスが生成され、酸化ゾーン S においては、ガス化困難なチャーやタールを効率よく燃焼させることができる。それ故、廃棄物等の可燃物のガス化効率を向上させることができ、良質の生成ガスを生成することができる。もちろんこの流動層ガス化炉は第一実施例から第三実施例までの低温ガス化炉としても最適なものである。なお、低温ガス化炉には円筒形流動床炉に限ることなく、前の実施例と同様、キルンやストーカー方式の炉を採用しても良い。

また、流動床の流動媒体として炭化水素の低分子化を促進する機能を有するニッケルーモリブデン系、コバルトーモリブデン系の触媒粒子や、Na、K といったアルカリ金属類やカルシウム等のアルカリ土類金属単体もしくは金属酸化物を用いる場合には、図 5 に示す旋回流型流動床炉は更に効果的である。なぜなら通常還元雰囲気中で触媒粒子を用いて炭化水素を低分子化しようとすると、触媒表面に炭素が析出して触媒の機能を低下させてしまうことが避けられないが、同一炉内に比較的酸素分圧の高い酸化ゾーンが存在する内部旋回流型の流動床炉であれば、酸化ゾーンにて触媒表面の炭素を燃焼させて除去することができるからである。表面の炭素が除去された触媒粒子は再び触媒活性を取り戻すため触媒の有効利用が可能になるのである。

次に、旋回型溶融炉を説明する。高温ガス化炉 15 としての旋回型溶融炉は垂直の軸線を有する円筒形の 1 次ガス化室 15a、および水平からわずかに下向きに傾斜した 2 次ガス化室 15b、およびその下流に配

され、ほぼ垂直の軸線を有する3次ガス化室15cによって構成されている。2次ガス化室15bと3次ガス化室15cの間にスラグ排出口142を有し、ここで大部分の灰分はスラグ化して排出される。旋回型溶融炉に供給される生成ガスは1次ガス化室15a内で旋回流を生じるよう、接線方向に供給される。流入した生成ガスは旋回流を形成し、ガス中の固形分は遠心力によって周辺の壁面に捕捉されるのでスラグ化率、スラグ捕集率が高く、スラグミストの飛散が少ないのが特長である。

旋回溶融炉内には炉内を適正な温度分布に保つよう、複数のノズル134から酸素が供給される。1次ガス化室15a、2次ガス化室15bまで完全に炭化水素の分解と灰のスラグ化を完了させるように温度分布を調整する。酸素の単独供給はノズルの焼損等を引き起こす恐れがあるので、必要に応じて蒸気等で希釈して供給される。また、蒸気は蒸気改質による炭化水素の低分子化に寄与するので不足しないように供給しなければならない。なぜなら、炉内は高温であり、水蒸気が不足すると縮合重合反応により反応性の著しく劣るグラファイトが生成され、未燃損失の原因となるからである。

スラグは2次ガス化室15bの下面を流下し、スラグ排出口142から溶融スラグ26として排出される。3次ガス化室15cはその下流に設けられた排熱ボイラからの輻射冷却によってスラグ排出口142が冷却されないようにするための干渉ゾーンの役割を果たすと共に、未分解ガスの低分子化を完了させる目的で設けられている。3次ガス化室15cの上端には生成ガスを排気する排気口144が設けられ、また下部には輻射板148が設けられている。輻射板148は輻射により排気口144から失われる熱量を減少させる機能を有する。なお符号132は始動バーナ、符号136は助燃バーナである。生成ガス中の有機物、炭化水素は高温ガス化炉内で完全に水素、一酸化炭素、水蒸気、二酸化炭素

にまで分解される。高温ガス化炉 15 で得られた生成ガスは排気口 14 4 から排出され、その後、輻射ボイラからなる排熱ボイラ 16 で 650°C 以下にまで冷却され、溶融アルカリ金属塩類を凝固させ、この溶融アルカリ金属塩類 24 を集塵装置 3 で捕集する。なお、高温ガス化炉は本旋回溶融炉に限られず、他の型式のガス化炉であってもよい。。

図 6 は本発明の第 5 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。図 6 は高温ガス化炉の形状をスラグ排出に有利な形状に変えたものである。即ち、高温ガス化炉 15 は、上下の二段式に構成されており、生成ガスは高温ガス化炉 15 の上段側より流入して下段側に流れる。この場合、スラグが重力で落下する方向にガスも流れるので、流れが自然でスラグ排出口での閉塞トラブルが少ない。高温ガス化炉 15 の下段側に輻射ボイラ 16 からなる排熱ボイラが設置されている。その他の構成は図 4 に示す第 4 実施例と同様である。

図 7 は本発明の第 6 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。図 7 は図 4 に示す第 4 実施例の加圧タイプであり、低温ガス化炉 2、高温ガス化炉 15、集塵装置 3、腐食性ガス除去装置 4、燃料電池 6、ガス燃焼器 7 およびガスクーラ 8 は圧力容器 13 に収容されている。圧力容器 13 内の各機器内は所定の圧力に加圧されている。本実施例は、図 3 に示す第 3 実施例と同様、燃料電池発電、ガスタービン発電、蒸気タービン発電の 3 段複合サイクル発電が可能なシステムである。

廃プラスチックの中でも塩化ビニルのように大量の塩素を有する可燃物を原料とする場合は塩素除去に特別な配慮を必要とする。図 8 は本発明の第 7 実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。本実施例においては、低温ガス化炉 2 の炉頂より排出されたチャー等の固体分を含む生成ガスは高温ガス化炉 15 に供給され、ガス化剤中

の酸素、水蒸気と接触することにより、1300°C以上の高温で完全ガス化される。ガス中の灰分は高温のためにスラグミストとなり、生成ガスとともに急冷室15Aに入る。急冷室15Aにて水碎されたスラグ26は、外部に排出される。一方、急冷室15Aに流入した生成ガスは、急冷室15A中の水により冷却されるとともに、生成ガス中の塩素は水洗されることにより除去される。塩素が除去され、精製された生成ガスは、燃料電池6に供給され、発電に供される。燃料電池6の負極側からの排気ガスは、高温プロワ9によってガス燃焼器7を介して低温ガス化炉2に送られ、低温ガス化炉2においてガス化剤および流動化用ガスとして再利用される。

一方、燃料電池6の正極側からの排ガスは、ガス燃焼器7からの排ガスとともにガスタービン14に供給され、ガスタービン14で動力回収を行う。そして、ガスタービン14の排ガスは排熱ボイラ10を介して系外に排気される。

図9は本発明の第8実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。本実施例は、本発明者らの考案した、1つの炉内にガス化室とチャー燃焼室と熱回収室を共存させた統合型ガス化炉を本発明の低温ガス化炉として適用したものである。図9に示すように、低温ガス化炉2の内部は第1仕切壁302によってガス化炉部303と燃焼炉部304に分割されている。第1仕切壁302には連絡口337が設けられており、ガス化炉部303と燃焼炉部304とが相互に連絡されている。ガス化炉部303内にガス化室305が形成されている。ガス化炉部303にはガス排出口349が設けられ、このガス排出口349から生成ガスが外部に導出される。

一方、燃焼炉部304はさらに第2仕切壁350によってチャー燃焼室306と熱回収室307とに分割されている。ただし、上方では分割

されず、フリーボード部分はチャー燃焼室と熱回収室は一体化しており、それぞれの燃焼排ガスはフリーボード部分で混合されたのち、ガス排出口 351 から燃焼排ガスとなって外部に導入される。熱回収室 307 には伝熱面 346 が埋設されており、流動媒体から熱回収することができる。また第 2 仕切壁 350 には、下部連絡口 340 が設けてあり、上部開口部と合わせチャー燃焼室 306 と熱回収室 307 相互の流動媒体の移動が可能になっている。そして、ガス化室 305 の流動層内に 2 つの異なる流動化域が形成されるように流動化ガスが供給される結果、流動媒体が弱流動化域で沈降し、強流動化域で上昇する旋回流が生じる。

一方、燃焼炉部 304 においても、チャー燃焼室 306 の流動層内に 2 つの異なる流動化域が形成されるように流動化ガスが供給される結果、流動媒体が弱流動化域で沈降し、強流動化域で上昇する旋回流が生じる。また、熱回収室 307 においても、実質的に小さな流動化速度を与えるように流動化ガスを噴出し、その結果、炉床の上方に流動媒体の沈降流である弱流動化域を形成する。

原料 21 は加圧状態で運転される低温ガス化炉 2 内のガス化室 305 に投入され、熱分解される。ガス化室 305 で発生した生成ガスは、高温ガス化炉 15 に導入される。ガス化室 305 で発生したチャーのうち、流動層内にとどまるサイズのチャー粒子は流動媒体の流れに乗ってチャー燃焼室 306 へ運ばれそこで完全燃焼する。チャー燃焼室 306 には燃焼用の空気が供給され、燃焼ガスは燃料電池 6 の正極側排ガスと共にガスタービン 14 に送られ動力回収される。ガス化室 305 で発生したチャーの内、生成ガスに同伴するサイズのものは高温ガス化炉 15 に流入し、1300°C 以上の高温で酸素、水蒸気と反応し完全ガス化される。燃料電池 6 の負極側の排ガスは、高温プロワ 9 で昇圧された後、ガス燃焼器 7 で残燃料を完全燃焼し、低温ガス化炉 2 のガス化室 305 における

るガス化剤および流動化用ガスとして再利用され、また高温ガス化炉15へ供給する酸素の希釈用ガスとして再利用される。この負極側排ガスは700°C程度の温度であるので、低温ガス化炉2のガス化室305にはガス化のための熱を供給する目的での酸素供給が大幅に低減でき、高い冷ガス効率を得ることができる。

また、流動床の流動媒体として炭化水素の低分子化を促進する機能を有するニッケルーモリブデン系、コバルトーモリブデン系の触媒粒子や、Na、Kといったアルカリ金属類やカルシウム等のアルカリ土類金属単体もしくは金属酸化物を用いる場合には、図9に示す統合型ガス化炉は更に効果的である。なぜなら通常還元雰囲気中で触媒粒子を用いて炭化水素を低分子化しようとすると、触媒表面に炭素が析出して触媒の機能を低下させてしまうことが避けられないが、同一炉内にガス化炉部と燃焼炉部が明確に仕切られた形で存在し、流動媒体が双方を循環する統合型ガス化炉は、図5に示した内部旋回流型の流動床炉よりも更に確実に燃焼炉部にて触媒表面の炭素を燃焼させて除去することができるからである。従って、表面の炭素がより高いレベルで除去された触媒粒子は再び触媒活性を高いレベルで取り戻すため、触媒のより高度な有効利用が可能になるのである。

また燃料電池6の正極側の排ガスも高温でしかも酸素を含んでいるので低温ガス化炉2のチャー燃焼室306の流動化ガス兼燃焼ガスとして有効利用することができる。低温ガス化炉の運転圧力が燃料電池の運転圧力よりも高い場合は、高温プロワで昇圧して低温ガス化炉に供給する必要があるが、燃料電池の作動圧力が低温ガス化炉の作動圧力に比べて十分に高い場合は燃料電池の排気圧力がそのまま利用できるので誠に好適である。また、統合型ガス化炉の燃焼炉部304からの排気をガスターピン14に導入する際には、必要に応じてサイクロンやセラミックフ

ィルター等の集塵器を経てガス中のダストを除去するのがよい。

また、チャー燃焼室306とガス化室305間の流動媒体循環に伴なう顯熱持込によってガス化室305の温度を維持する必要がないので、流動媒体に同伴して循環するチャーのガス化室内での滞留時間を任意に調節することができ、ガス化しにくい固定炭素含有量の異なるさまざまな可燃物を燃料として用いることができる。本実施例のその他の構成は、図8に示す第7実施例と同様である。

図10は本発明の第9実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。図10に示す実施例は、図9に示す実施例と同様、1つの炉内にガス化室とチャー燃焼室と熱回収室を共存させた統合型ガス化炉を本発明の低温ガス化炉として適用したものである。本実施例においても、図9に示す実施例と同様に、低温ガス化炉2内に、ガス化室305、チャー燃焼室306および熱回収室307が形成されている。本実施例では、常圧で運転される低温ガス化炉2のガス化室305に原料21が供給され、ガス化室305で発生したチャーは全量チャー燃焼室306に供給され、燃焼される。チャー燃焼室306の排ガスは、燃料電池6の正極側の排ガスとともに排熱ボイラ10で熱回収される。ガス化室305で発生した生成ガスは、集塵装置3および腐食性ガス除去装置4を介して一体型の燃料改質装置5、燃料電池6およびガス燃焼器7に順次導入される。燃料電池6の負極側の排ガスは、ガス燃焼器7で残燃料を完全燃焼し、低温ガス化炉2のガス化室305のガス化剤および流動化用ガスとして再利用される。また排熱ボイラ10からの排ガスはプロワ11により誘引され、集塵器18で灰分が除去された後、排気される。その他の構成は、図2に示す実施例と同様である。

図13は本発明の第10実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。図13に示す実施例は、燃料電池の負極側排ガス

を循環使用しない場合の実施例を示したものである。即ち、本実施例は、図1に示す第1実施例のシステムから燃料電池6の負極側排ガスを低温ガス化炉2に戻す経路を除去したものである。したがって、燃料電池6の負極側排ガスは、ガス燃焼器7および燃料改質装置5のみに送られる。流動床に供給されるガス化剤としては、空気、酸素、水蒸気、又はこれらの組み合わせが使用される。その他の構成は図1に示す実施例と同様である。

図1乃至図13に示す実施例においては、燃料電池として溶融炭酸塩型燃料電池（M C F C）を例に挙げて説明したが、勿論、本発明は固体電解質型燃料電池（S O F C）にも適用できる。またCO転化工程を付加し、生成ガス中のCOとH₂OをH₂とCO₂に転化することにより、COを除去した場合には、本発明はリン酸型燃料電池および固体高分子型燃料電池にも適用可能である。また水素のみを透過する膜や水素吸蔵合金を用いて生成ガス中の水素だけを選択的に取り出してリン酸型燃料電池（P A F C）や、固体高分子型燃料電池（P E F C）で発電する方法も有効である。

図14は本発明の第11実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。図14に示す実施例は、CO転化工程を付加した場合の本発明の代表的な実施例である。即ち、燃料改質装置5の下流側にCOシフトコンバータ17を設け、CO転化工程を可能にしている。これにより、水素のみを燃料ガスとして燃料電池6に供給できる。CO転化工程からのCOリークが問題になるような場合はCO転化工程の後にCOガス除去工程を設ければよい。COガス除去方法としては、水素のみを透過する水素透過膜を用いることもできるし、水素のみを選択的に吸着する水素吸蔵合金を用いてもよい。その他の構成は、図1に示す実施例と同様である。

図15は本発明の第12実施例である燃料電池複合サイクル発電システムの構成図である。図15に示す実施例は、CO転化工程の後に水素吸蔵合金を用いた水素ガス選択工程を設けた場合の本発明の代表的な実施例である。本実施例においては、燃料改質装置5の下流側にCOシフトコンバータ17を設け、CO転化工程を可能にし、かつ、COシフトコンバータ17の下流側に水素吸蔵合金19を設けている。水素吸蔵合金19は、その内部に自身の容積の1000倍もの水素ガスを吸収、貯留することができるので、適正な容量の水素吸蔵合金バッファーを設けることにより、燃料電池側の発電負荷に関係なくガス化炉を運転することが可能になり、システム全体の運用の自由度が飛躍的に高まる。現在開発されつつあるランタン等、希土類金属系の水素吸蔵合金の作動温度は100°C前後であるので、必要に応じて上流側にクーラーを設けてもよい。水素吸蔵合金19で得られた水素は、燃料電池6に供給され、残ガスは燃料電池6の負極側排ガスと合流する。水素吸蔵合金の代わりにガスホルダーを設けてもよい。即ち、ガス化炉の負荷平準化を目的とした手段として、水素吸蔵合金又はガスホルダーを設け、発電負荷に応じて水素を燃料電池6に供給し、電力需要に見合う発電をすることができる。なお、水素吸蔵合金には、水素を選択的に吸着する作用があるため、生成ガス中に含まれるCOガスが少量の場合には、COシフトコンバータ17を削除することもできる。

図17は本発明の第13実施例であり、ガス化工程の低温ガス化炉として前述の統合型流動床ガス化炉を用いた例である。原料は原料フィーダ1で低温ガス化炉2に圧搾給塵される。低温ガス化炉は大気圧以上の加圧下で運転される統合型ガス化炉で、そこで発生した生成ガスはボイラ16に導入され、所定の温度まで冷却された後にガス精製工程Cに導入される。ガス精製工程で精製された生成ガスは燃料ガスとして燃料電

池 6 の負極に導入され発電に供される。燃料電池に供給するときの圧力は採用する燃料電池の種類によって異なるが、0.2～1.0 MPa の範囲である。また燃料電池の正極には酸化剤として圧縮空気が供給される。燃料電池の正極、負極からのオフガス即ち排気は、それぞれ統合型ガス化炉の燃焼炉部 304、及びガス化炉部 303 の流動化ガスとして再利用される。このとき燃料電池の排気は統合型ガス化炉の運転圧力よりも低圧なので、昇圧プロワ 9'、9 を用いて必要圧力にまで昇圧してから統合型ガス化炉に供給する。統合型ガス化炉の燃焼炉部 304 に供給され、チャー燃焼に供された正極側排気は燃焼ガスとして排熱ボイラ 10 に導入され熱回収される。原料フィーダ 1 で原料から搾り取られた圧搾水はボイラ 10 の最上流部に導入され、燃焼ガスと混合されることによって蒸発処理される。ボイラ 10、16 で回収して得た蒸気は、蒸気タービンを回したり、ガス精製工程で利用できるが、前記圧搾水を乾燥処理するための熱源として利用しても良い。燃料電池として溶融炭酸塩型燃料電池を採用する場合は、燃料電池の負極側排気の一部をガス燃焼器 7 へ導入し、炭酸ガスを得て圧縮空気と共に正極側に供給するのは図 1 に示す実施例と同様である。

図 18 は本発明の第 14 実施例であり、ガス化工程の低温ガス化炉として前述の統合型流動床ガス化炉を用い、更に高温ガス化炉を設けた場合の例である。原料は原料フィーダ 1 で低温ガス化炉 2 に圧搾給塵される。低温ガス化炉は大気圧以上の加圧下で運転される統合型ガス化炉で、運転温度はガス化室 305 で 400°C～900°C、チャー燃焼室 306 で 800°C～1000°C である。統合型ガス化炉で発生した生成ガスは 1000°C～1500°C の温度で運転される高温ガス化炉 15 に導入されチャーや炭化水素が水素、一酸化炭素にまで分解されると共に、灰分がスラグ化される。高温ガス化炉下部の急冷室 15A で所定の温度まで

冷却された後、ガス精製工程 C に導入される。高温生成ガスを加圧下で急冷室を通じて冷却する本実施例の方法は、生成ガス温度が 200°C 前後で、かつ生成ガス中に水蒸気を飽和状態で含むので、下流のガス精製工程で CO 变成を行う場合には、CO 变成の最適条件に近い条件となるので誠に好適である。また燃料ガス中に飽和状態の水蒸気が含まれた状態で燃料電池に供給する必要のあるリン酸型燃料電池や固体高分子型燃料電池の場合も、予め十分な水蒸気を含んでいるので有利である。ガス精製工程で精製された生成ガスは燃料ガスとして燃料電池 6 の負極に導入され発電に供される。燃料電池に供給するときの圧力は採用する燃料電池の種類によって異なるが、0.2 ~ 1.0 MPa の範囲である。また燃料電池の正極には酸化剤として圧縮空気が供給される。燃料電池の正極、負極からのオフガス即ち排気は、それぞれ統合型ガス化炉の燃焼炉部 304、及びガス化炉部 303 の流動化ガスとして再利用される。このとき燃料電池の排気は統合型ガス化炉の運転圧力よりも低圧なので、昇圧プロワ 9'、9 を用いて必要圧力にまで昇圧してから統合型ガス化炉に供給する。統合型ガス化炉の燃焼炉部に供給され、チャー燃焼に供された正極側排気は燃焼ガスとして排熱ボイラ 10 に導入され熱回収される。このとき燃焼ガスの一部は高温ガス化炉に供給される。なぜならこの燃焼ガスは 900°C 前後の高温で、かつ酸素を含有しているので高温ガス化炉の酸化剤として利用できるだけでなく、燃焼ガス中に含まれる二酸化炭素が高温ガス化炉でガス化剤として有効に作用するからである。その他の構成は、図 17 に示す実施例と同様である。

図 19 は本発明の第 15 実施例であり、ガス化工程の低温ガス化炉として前述の統合型流動床ガス化炉を用い、更に高温ガス化炉を設けた場合の別の実施例である。前記統合型ガス化炉で発生した生成ガスは 1000°C ~ 1500°C の温度で運転される高温ガス化炉 15 に導入され、

チャーや炭化水素が水素、一酸化炭素にまで分解されると共に、灰分がスラグ化される。高温ガス化炉 1 5 から排出された生成ガスは、その後ボイラ 1 6 に導入され所定の温度まで冷却された後、ガス精製工程 C に導入される。その他の構成は、図 1 8 に示す実施例と同様である。

図 2 0 は本発明の第 1 6 実施例であり、ガス化工程の低温ガス化炉として常圧の統合型流動床ガス化炉を用いた場合の実施例である。原料は原料フィーダ 1 で低温ガス化炉 2 に圧搾給塵される。低温ガス化炉は大気圧以下の圧力で運転される統合型ガス化炉で運転温度等は前記と同様である。統合型ガス化炉で発生した生成ガスは集塵器 3 を経てボイラ 1 6 に導入され所定の温度まで冷却された後、ガス精製工程 C に導入される。ガス精製工程で精製された生成ガスはガス圧縮機 2 0 で必要な圧力にまで昇圧された後、燃料ガスとして燃料電池 6 の負極に導入され発電に供される。燃料電池に供給するときの圧力は採用する燃料電池の種類によって異なるが、0.2 ~ 1.0 MPa の範囲である。ガス圧縮機は必ずしもガス精製工程の下流に設ける必要はなく、必要に応じてガス精製工程 C の上流に設けても良いし、ガス精製工程を構成する各プロセスの間に設けても良い。また、ガス精製工程 C 内に水素吸蔵合金による水素純化工程が含まれている場合は、水素吸蔵合金から 0.5 MPa 以上の高圧水素を取り出せるので、圧縮機は不要になる。燃料電池の正極には酸化剤として圧縮空気が供給される。燃料電池の正極、負極からのオフガス即ち排気は、それぞれ統合型ガス化炉の燃焼炉部 3 0 4 、及びガス化炉部 3 0 3 の流動化ガスとして再利用される。このとき燃料電池の排気は統合型ガス化炉の運転圧力よりも十分に高い圧力を有しているので、必要に応じてガスエキスパンダ 2 8' 、2 8 を用いて圧力エネルギーを動力として回収した後、統合型ガス化炉に供給すればよい。統合型ガス化炉の燃焼炉部 3 0 4 に供給され、チャー燃焼に供された正極側排気

は燃焼ガスとして排熱ボイラ 10 に導入され熱回収される。その他の構成は、図 17 に示す実施例と同様である。

図 21 は本発明の第 17 実施例であり、ガス化工程の低温ガス化炉として常圧の統合型流動床ガス化炉を用い、更に高温ガス化炉を設けた場合の実施例である。大気圧以下で運転される統合型ガス化炉で発生した生成ガスは集塵器 3 を経て $1000^{\circ}\text{C} \sim 1500^{\circ}\text{C}$ の温度で運転される高温ガス化炉 15 に導入されチャーや炭化水素が水素、一酸化炭素にまで分解されると共に、灰分がスラグ化される。高温ガス化炉 15 から排出された生成ガスは、その後ボイラ 16 に導入され所定の温度まで冷却された後、ガス精製工程 C に導入される。ガス精製工程で精製された生成ガスは燃料ガスとして燃料電池 6 の負極に導入され発電に供される。燃料電池に供給するときの圧力は採用する燃料電池の種類によって異なるが、 $0.2 \sim 1.0 \text{ MPa}$ の範囲である。ガス圧縮機は必ずしもガス精製工程の下流に設ける必要はなく、必要に応じてガス精製工程 C の上流に設けても良いし、ガス精製工程を構成する各プロセスの間に設けても良い。ガス精製工程 C 内に水素吸蔵合金による水素純化工程が含まれている場合は圧縮機を省略できることは図 21 の場合と同様である。燃料電池の正極には酸化剤として圧縮空気が供給される。燃料電池の正極、負極からのオフガス即ち排気は、それぞれ統合型ガス化炉の燃焼炉部 304、及びガス化炉部 303 の流動化ガスとして再利用される。このとき燃料電池の排気は統合型ガス化炉の運転圧力よりも十分に高い圧力を有しているので、必要に応じてガスエキスパンダ 28'、28 を用いて圧力エネルギーを動力として回収した後、統合型ガス化炉に供給すればよい。統合型ガス化炉の燃焼炉部に供給され、チャー燃焼に供された正極側排気は燃焼ガスとして排熱ボイラ 10 に導入され熱回収されるが、このとき燃焼ガスの一部は高温ガス化炉 15 に供給される。なぜならこの

燃焼ガスは900°C前後の高温で、かつ酸素を含有しているので高温ガス化炉の酸化剤として利用できるだけでなく、燃焼ガス中に含まれる二酸化炭素が高温ガス化炉でガス化剤として有効に作用するからである。また必要に応じて排熱ボイラ10の前に集塵器3'を設けて灰分を捕集し、捕集された灰分を高温ガス化炉15に導入しスラグ化しても良い。その他の構成は、図17に示す実施例と同様である。

図22は本発明の第18実施例であり、ガス化工程の低温ガス化炉として旋回流型の流動床ガス化炉を用い、更に高温ガス化炉を設けた場合の実施例である。大気圧以下で運転される低温ガス化炉2で発生した生成ガスは1000°C～1500°Cの温度で運転される高温ガス化炉15に導入され、チャーや炭化水素が水素、一酸化炭素にまで分解されると共に、灰分がスラグ化される。高温ガス化炉15から排出された生成ガスは、その後ボイラ16に導入され所定の温度まで冷却された後、ガス精製工程Cに導入される。ガス精製工程Cで精製された生成ガスは燃料ガスとして燃料電池6の負極に導入され発電に供される。本実施例ではガス精製工程C内の腐食性ガス除去工程4が湿式脱塩工程と脱硫工程で構成されており、湿式脱塩工程を出た生成ガスはガス圧縮機20で所定の圧力に昇圧された後脱硫工程に導入される。燃料電池に供給するときの圧力は採用する燃料電池の種類によって異なるが、0.2～1.0 MPaの範囲である。燃料電池の排気は圧力を有しているので、本実施例においては正極側の排気と、負極側の排気と共にオフガスバーナに導入し、負極側排気中に含まれる可燃性ガスのエネルギーと圧力エネルギーをターボチャージャーで動力として回収すると同時に、燃料電池の正極に供給する空気を圧縮する。ターボチャージャーで圧力を開放した燃料電池の排気燃焼ガスは排熱ボイラ10に導入され熱回収される。

原料フィーダ1で発生した圧搾水は乾燥機30に導入されボイラ10

及び／又は 16 で発生した蒸気により加熱され、蒸発・乾燥処理される。圧搾水から発生した排気蒸気は臭気が激しいのでボイラ 10 及び／又は 16 の高温ガスに混入させて臭気を分解処理する。もちろん乾燥機を経ず圧搾水を直接ボイラ 10 及び／又は 16 の高温ガスに混入させることもできるが、このように圧搾水を生成ガスの系外で蒸発・乾燥させてから、発生した排気蒸気のみを熱回収工程に供給すれば、圧搾水をそのまま熱回収工程に吹き込むのと比べてガス温度の低下幅が小さく、熱回収室工程での蒸発量が増加するという効果が期待できる。特に本実施例のようにガス化工程に 1000°C ~ 1500°C で運転する高温ガス化炉を採用し、高温ガス化炉の下流に熱回収工程を設けた場合には、熱回収工程に導入される生成ガス温度が 1300°C 前後と高く、熱回収工程での伝熱は輻射伝熱が支配的となり、ガス温度を高温に維持することによる熱回収量の増加割合が大きいので誠に有利である。

図 1 乃至 図 2 2 に示す実施例において、ガス化工程から燃料電池発電工程に至る工程で使用される各種の機器の組み合わせを例示したが、図 1 乃至 図 2 2 で示した機器を用いて例示した以外の機器の組み合わせも勿論可能である。

以上説明したように、本発明によれば、可燃物をガス化し、発生した生成ガスを用いて化学反応により高効率発電を行うことができる。

また、本発明によれば、ガス化炉で発生した生成ガスを発電設備に供給して発電し、発電した後の水蒸気を多量に含む排ガスを再び低温ガス化炉のガス化剤として再利用することにより、排ガスの保有する顯熱を再びガス化の熱源に用いることによって、可燃物を部分燃焼させる量を減らすことができ、ガス化効率を向上させることができるだけでなく、排ガスは水蒸気を大量に含むので、蒸気改質効果によるガス化反応を促進させることに寄与し、この点からもガス化効率を向上させることができ

きる。

さらに本発明によれば、可燃性廃棄物や石炭等の可燃物を低温ガス化炉にて安定的にガス化し、得られた生成ガスから燃料電池の被毒成分を除去した後に、精製ガスを燃料電池に導き高効率発電を行うことができる。

産業上の利用の可能性

本発明は、可燃物のもつ化学エネルギーを高効率で電気エネルギーに変換する、エネルギー変換技術に関する。本発明は、可燃性廃棄物や石炭等の可燃物をガス化し、生成ガスを燃料電池の燃料ガスとして利用し発電する発電システムに利用可能である。

請求の範囲

1. 可燃物をガス化し、発生した生成ガスを用いて化学反応により発電することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。
2. 可燃物をガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。
3. 可燃物を流動床炉でガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。
4. 可燃物をガス化して改質し、改質した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。
5. 可燃物をガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電し、燃料電池で発生した排熱を該ガス化の熱源に用いることを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。
6. 可燃物をガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電し、燃料電池の排ガスを該ガス化工程に導入して利用することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。
7. 可燃物を、1炉の中にガス化室、チャー燃焼室および熱回収室を有した統合型流動床ガス化炉を用いてガス化し、発生した生成ガスを用いて燃料電池で発電することを特徴とする可燃物のガス化による発電システム。

8. 可燃物が廃棄物及び／又は石炭であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

9. ガス化工程が低温ガス化工程と高温ガス化工程から構成されることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

10. 低温ガス化工程は 400°C ~ 1000°C で運転されることを特徴とする請求項 9 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

11. 高温ガス化工程は 1000°C ~ 1500°C で運転されることを特徴とする請求項 9 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

12. ガス化工程は 400°C ~ 1000°C で運転されることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

13. ガス化工程は大気圧以上の圧力で運転されることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

14. ガス化工程のガス化剤は空気又は酸素又は二酸化炭素又は水蒸気又はこれら 2 種類以上の組み合わせからなることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

15. 触媒を用いて 700 °C～800 °C の温度域で生成ガスを改質することを特徴とする請求項 4 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

16. 発電後の排ガスをガス化工程に導入して利用することを特徴とする請求項 1 又は 2 又は 3 又は 4 又は 7 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

17. ガス化工程で発生したガスを昇圧して燃料電池に供給して発電することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

18. 生成ガス改質を低温プラズマで行うことを特徴とする請求項 4 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

19. ガス化工程で得た生成ガスを 650 °C 以下に冷却した後に燃料電池に導入し発電することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

20. ガス化工程に導入する燃料電池排ガスが負極（アノード）側の排ガスであることを特徴とする請求項 6 又は 16 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

21. ガス化工程は流動床炉を用いて行うことを特徴とする請求項 1 又は 2 又は 4 又は 5 又は 6 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

22. ガス化工程は、1炉の中にガス化室、チャー燃焼室および熱回収室を有した統合型流動床ガス化炉を用いて行うことを特徴とする請求項3又は21に記載の可燃物のガス化による発電システム。

23. 燃料電池の排ガスを流動床炉の流動化ガスとして利用することを特徴とする請求項21に記載の可燃物のガス化による発電システム。

24. 高温ガス化工程は可燃物中に含まれる灰分を溶融スラグとして排出することを特徴とする請求項9に記載の可燃物のガス化による発電システム。

25. 高温ガス化工程で生成したガスは、溶融スラグと共に急冷されることを特徴とする請求項9に記載の可燃物のガス化による発電システム。

26. 燃料電池の排ガスを低温ガス化工程及び／又は高温ガス化工程のガス化剤として利用することを特徴とする請求項9に記載の可燃物のガス化による発電システム。

27. 燃料電池に供給する燃料ガスは改質工程の下流に設けられたCOシフト工程を経て供給されることを特徴とする請求項2乃至7のいずれか1項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

28. 燃料電池に供給する燃料ガスは改質工程の下流に設けられたCOシフト工程を経、更にCO除去工程を経て供給されることを特徴とする請求項2乃至7のいずれか1項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

29. 燃料電池に供給する燃料ガスは改質工程の下流に設けられた CO シフト工程、及び CO 除去工程を経て、更に水素吸蔵合金又は水素透過膜によって純水素または濃縮水素として供給されることを特徴とする請求項 2 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

30. 燃料電池に供給する燃料ガスの温度は、ガス化工程の運転温度よりも低いことを特徴とする請求項 2 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

31. 燃料電池に供給する燃料ガスの温度は、100°C 前後であることを特徴とする請求項 30 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

32. 燃料電池に供給する燃料ガスの温度は、600°C ~ 700°C であることを特徴とする請求項 30 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

33. ガス化工程で得られた生成ガスを低温プラズマで改質することを特徴とする請求項 2 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

34. ガス化工程に可燃物を供給する際、圧搾して可燃物の含水率を低下させてから供給することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

35. 圧搾によって得た水分を、ガス化工程の下流に設けられた排熱ボイラ、及び／又は燃料電池の正極（カソード）排ガスに導入して乾燥処理することを特徴とする請求項34に記載の可燃物のガス化による発電システム。

36. 圧搾によって得た水分を、ガス化工程で得られた生成ガスを冷却する際に得られる熱及び／又は燃料電池から発生する排熱によって乾燥することを特徴とする請求項34に記載の可燃物のガス化による発電システム。

37. 燃料電池に供給される燃料ガスの圧力が0.2～1.0MPaであることを特徴とする請求項17に記載の可燃物のガス化による発電システム。

38. 燃料電池の負極（アノード）排ガスは統合型流動床ガス化炉のガス化室に、正極（カソード）排ガスは統合型流動床ガス化炉のチャー燃焼室に導入され、流動化ガスとして利用されることを特徴とする請求項22に記載の可燃物のガス化による発電システム。

39. 流動媒体の一部又は全部に改質触媒を用いることを特徴とする請求項3又は7又は21又は22に記載の可燃物のガス化による発電システム。

40. ガス化工程で得られたガスを改質触媒が充填された固定層反応器もしくは移動層反応器に導入して改質することを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

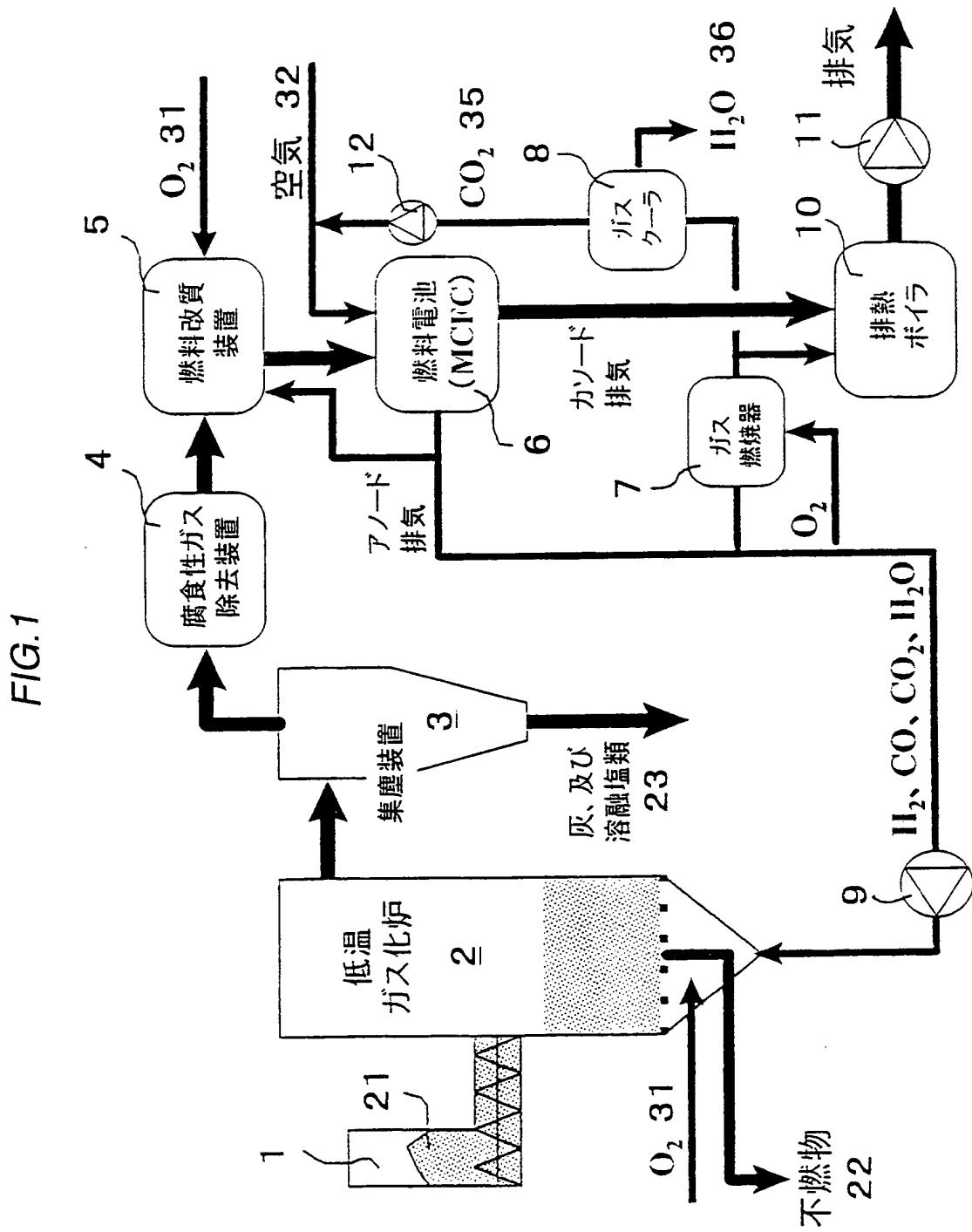
4 1 . 前記固定床反応器または移動層反応器に充填される充填材が CaO であることを特徴とする請求項 4 0 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

4 2 . 低温ガス化炉から排出された生成ガスを 4 0 0 °C 以上 6 5 0 °C 以下の温度域において集塵装置で固形分とガス成分に分離し、ガス成分のみを発電設備に供給することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

4 3 . 低温ガス化工程で用いる低温ガス化炉および高温ガス化工程で用いる高温ガス化炉とともに加圧下で運転し、発生したガスを用いて、前記発電設備、ガスタービン、蒸気タービンを作動させ、3 段の複合サイクル発電を行なうことを特徴とする請求項 9 に記載の可燃物のガス化による発電システム。

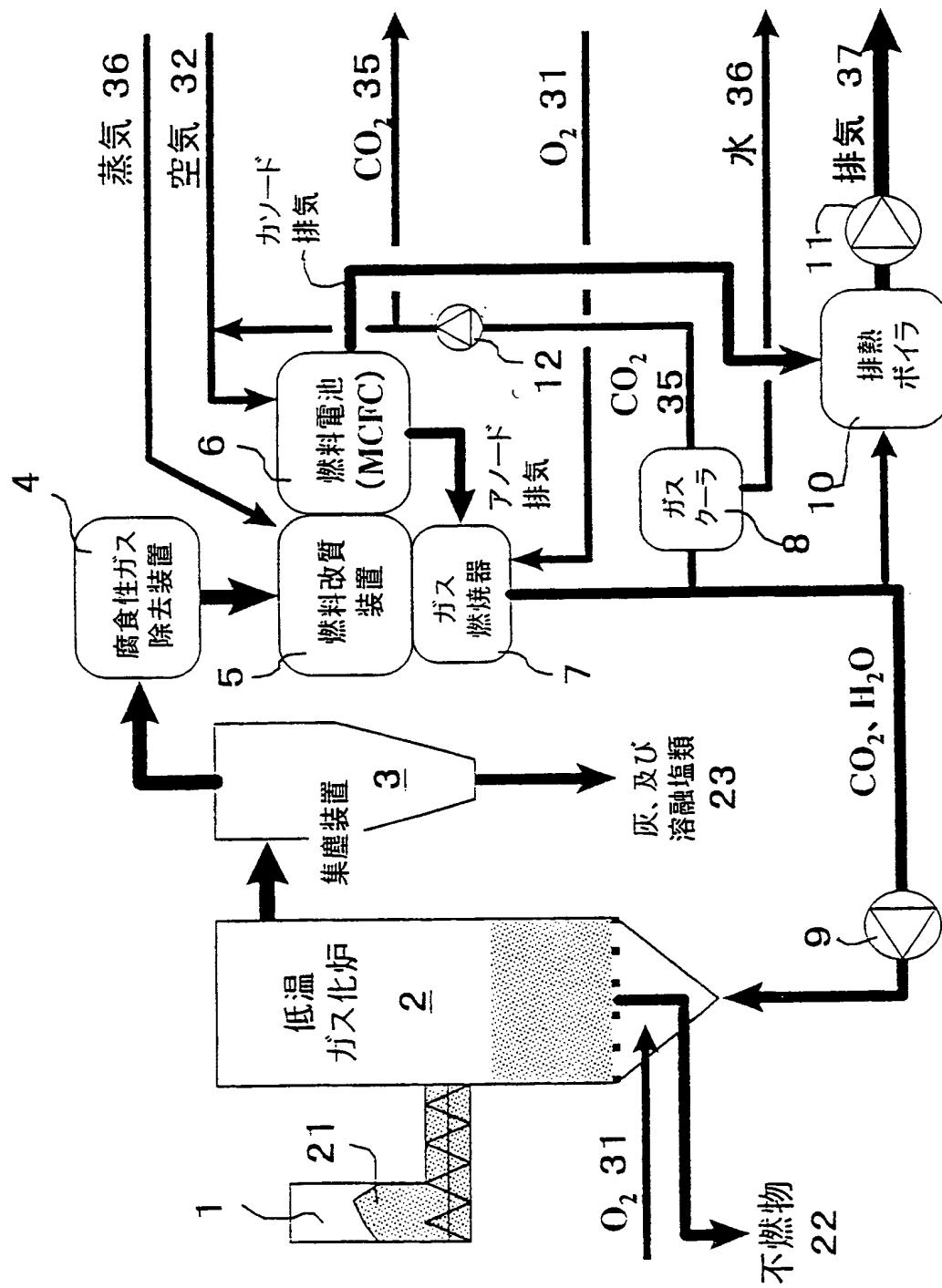
4 4 . 生成ガスを用いて発電する前に水素吸蔵合金やガスホルダー等のガス化炉の負荷平準化手段にガスを貯留し、発電負荷に応じて生成ガスを発電設備に供給するようにしたことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の可燃物のガス化による発電システム。

1/23



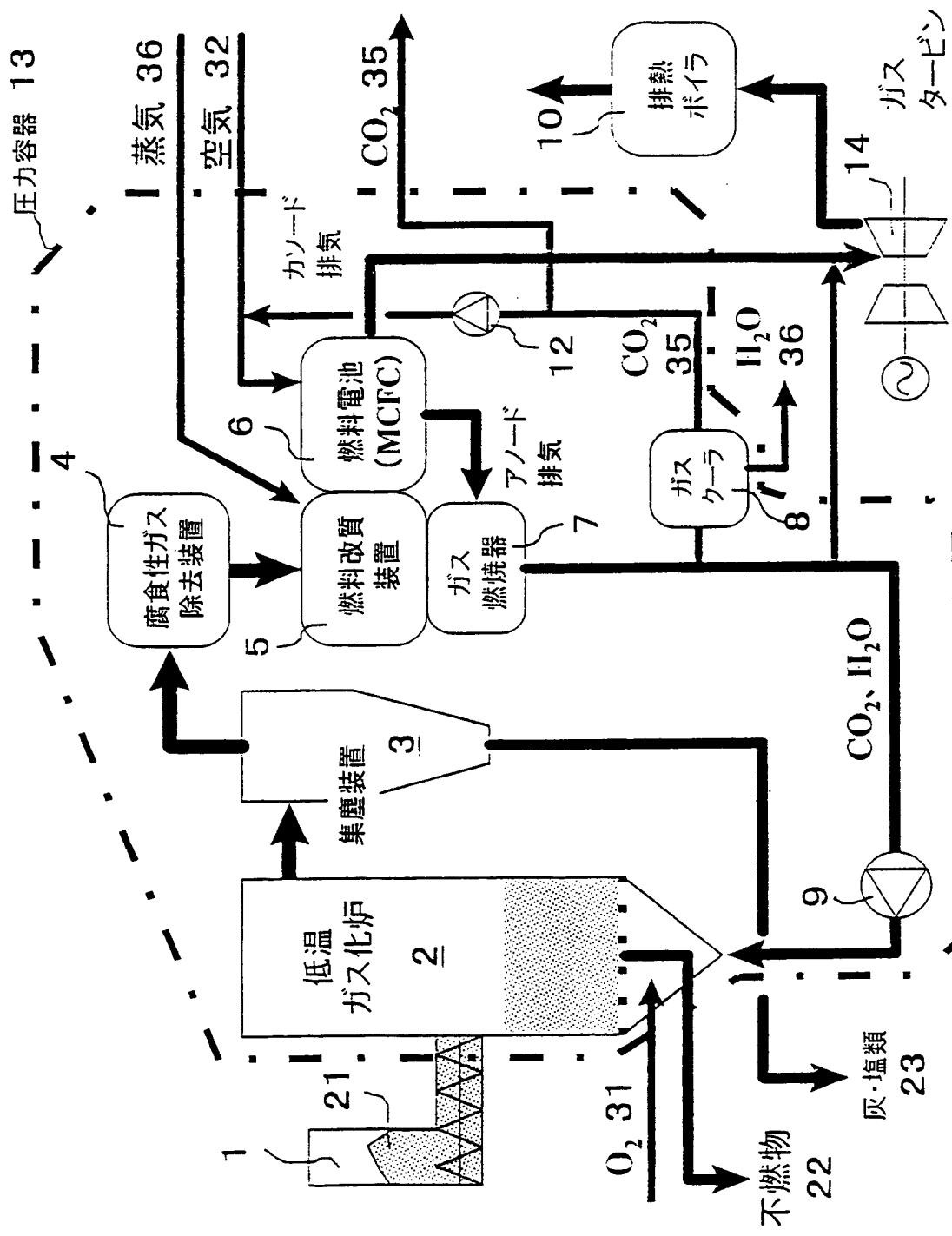
2/23

FIG.2



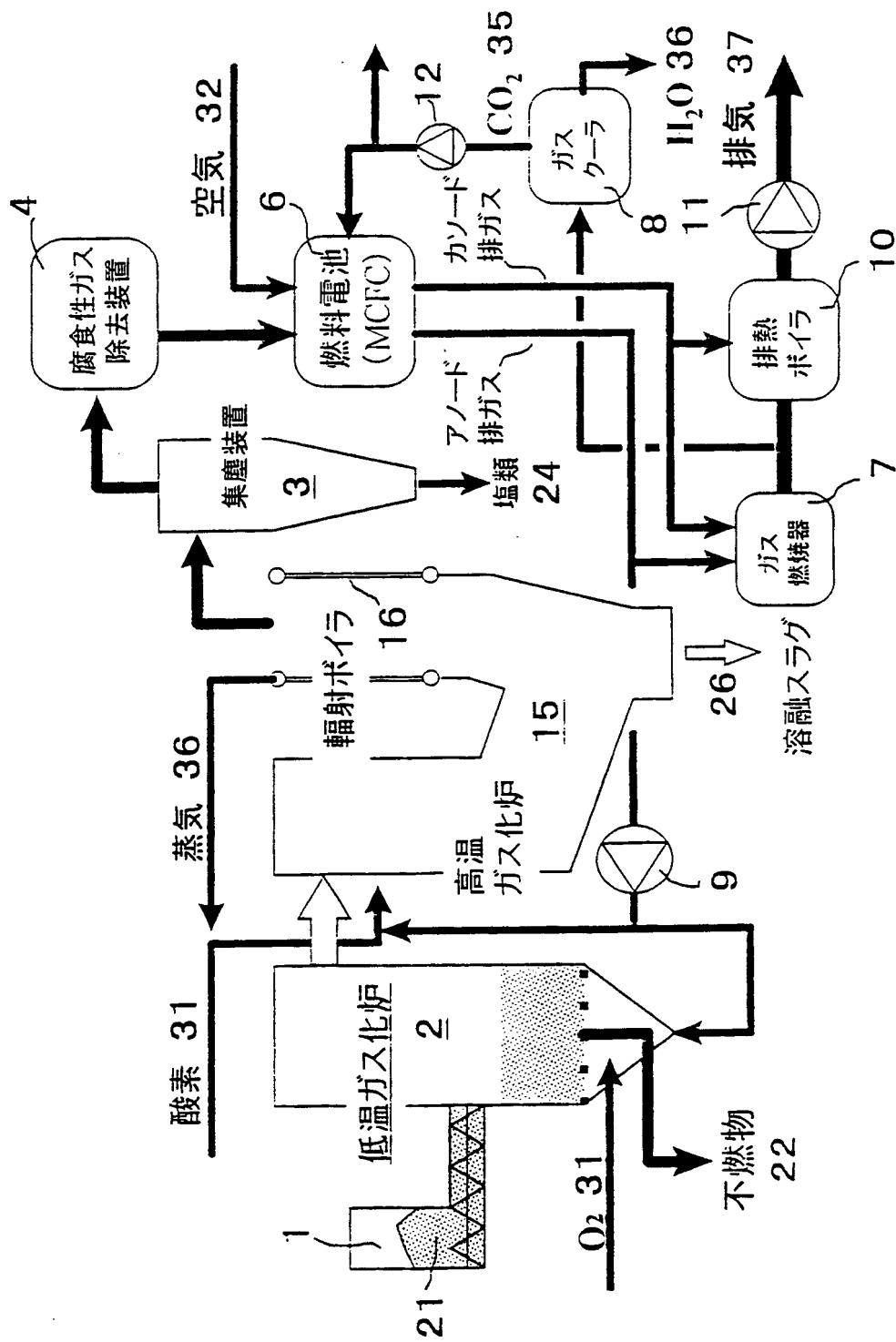
3/23

FIG.3



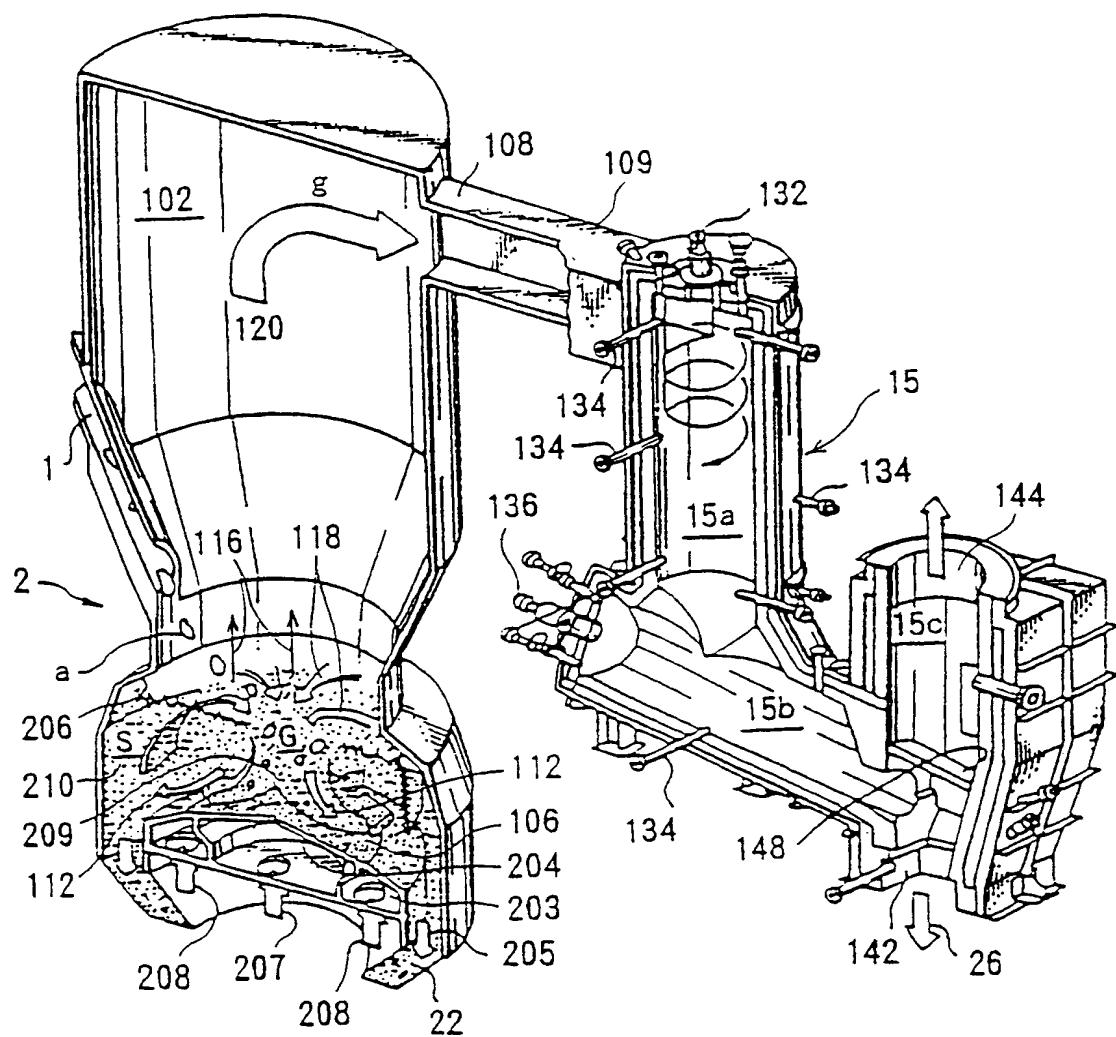
4/23

FIG.4



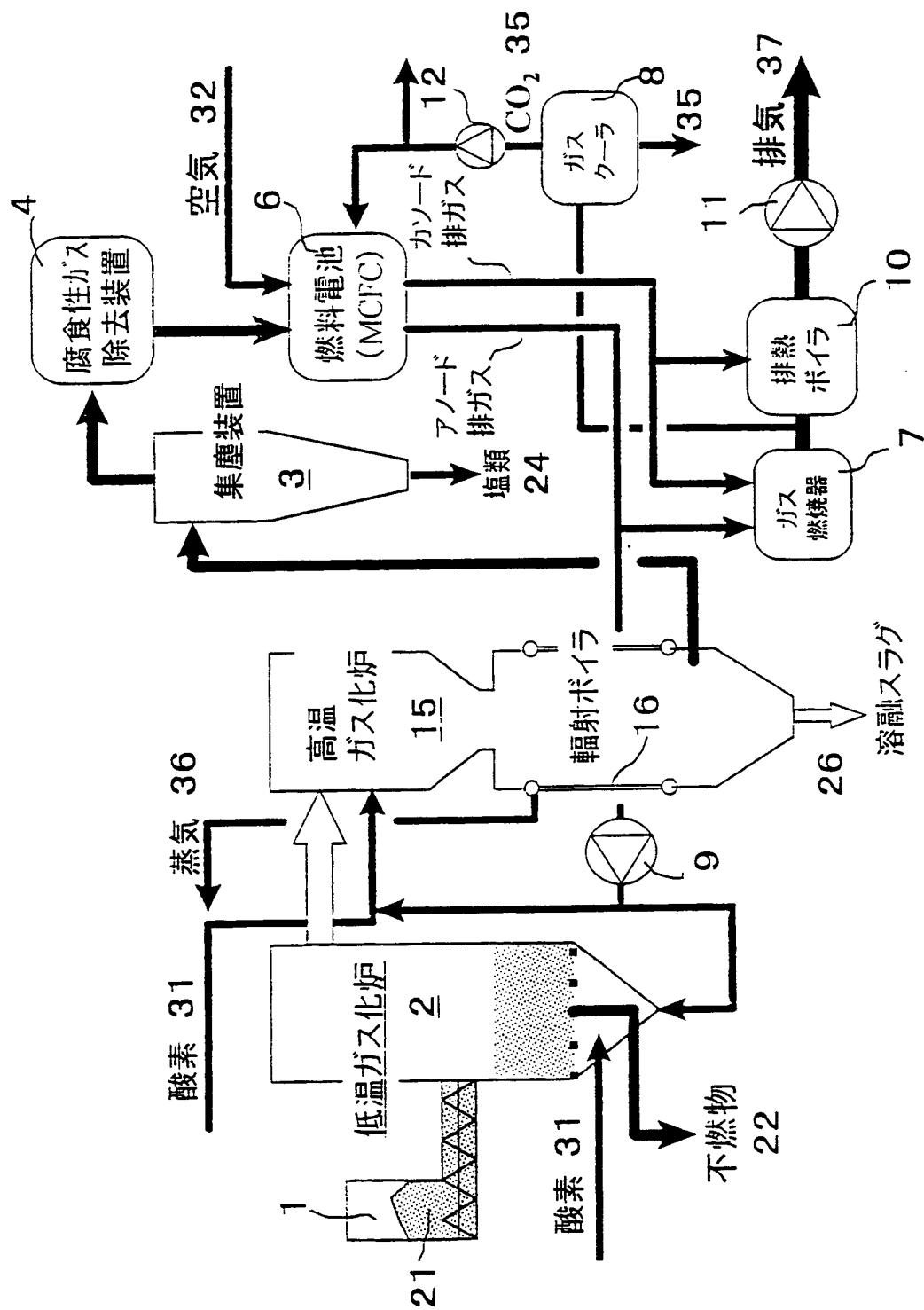
5/23

FIG.5



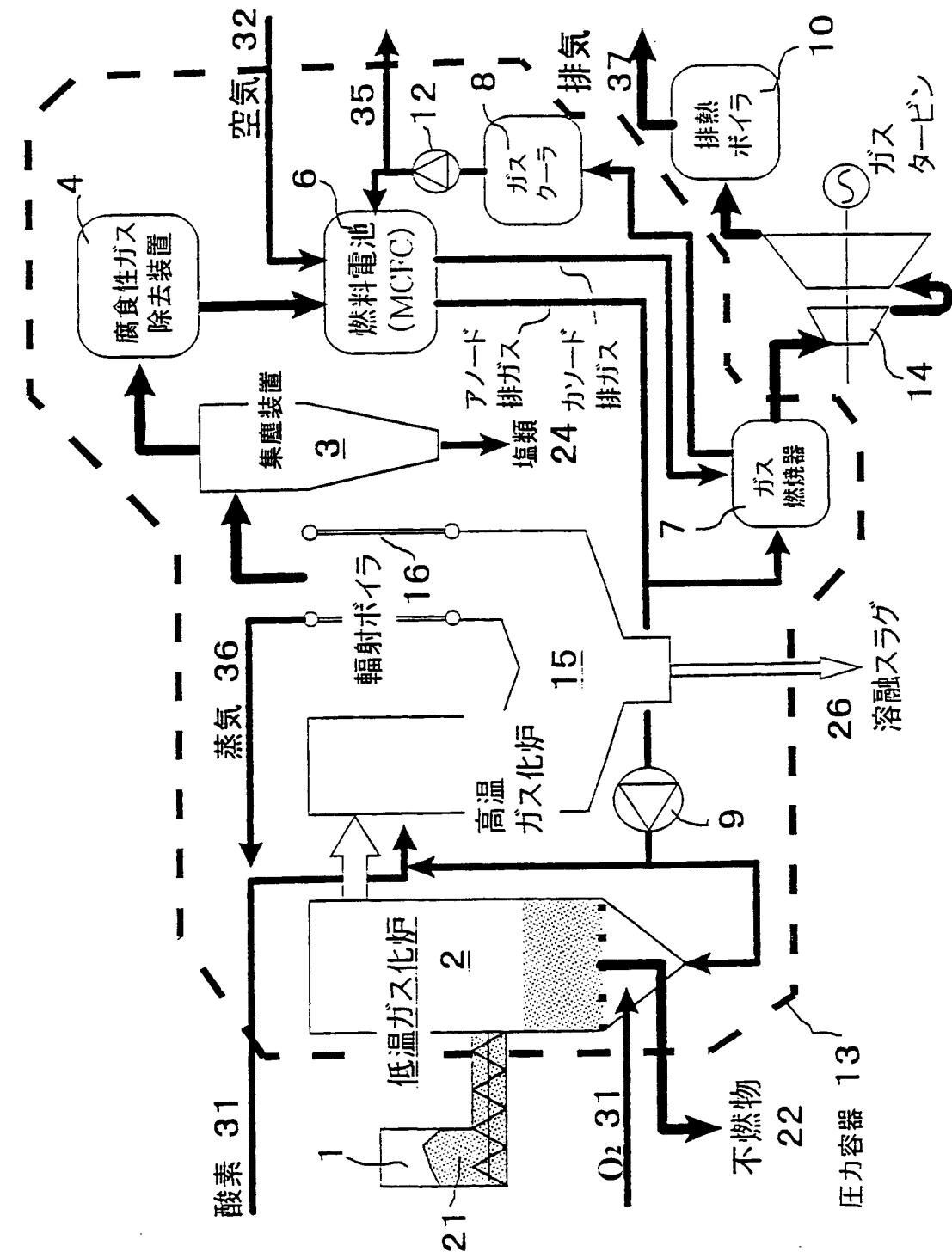
6/23

FIG.6



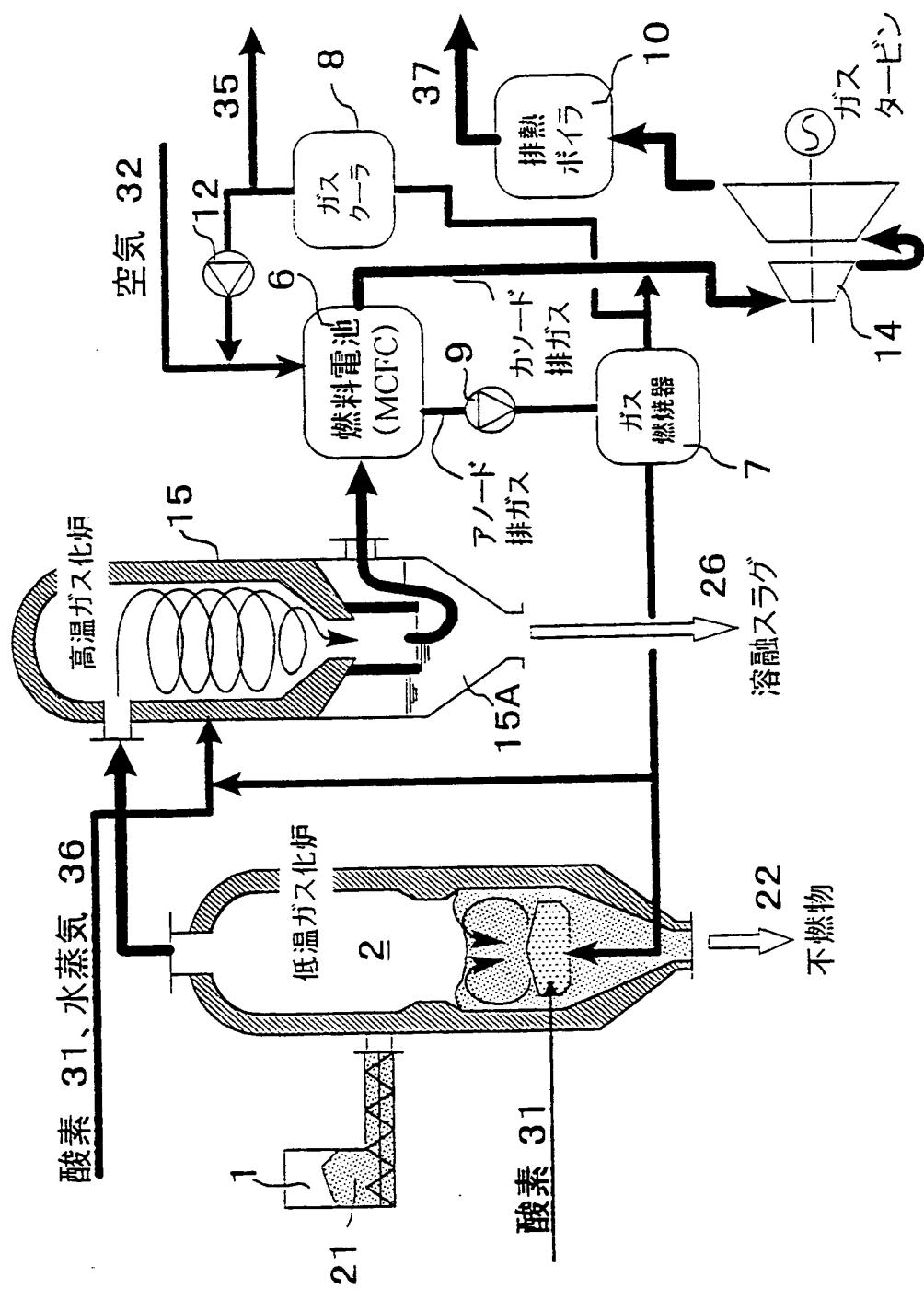
7/23

FIG.7



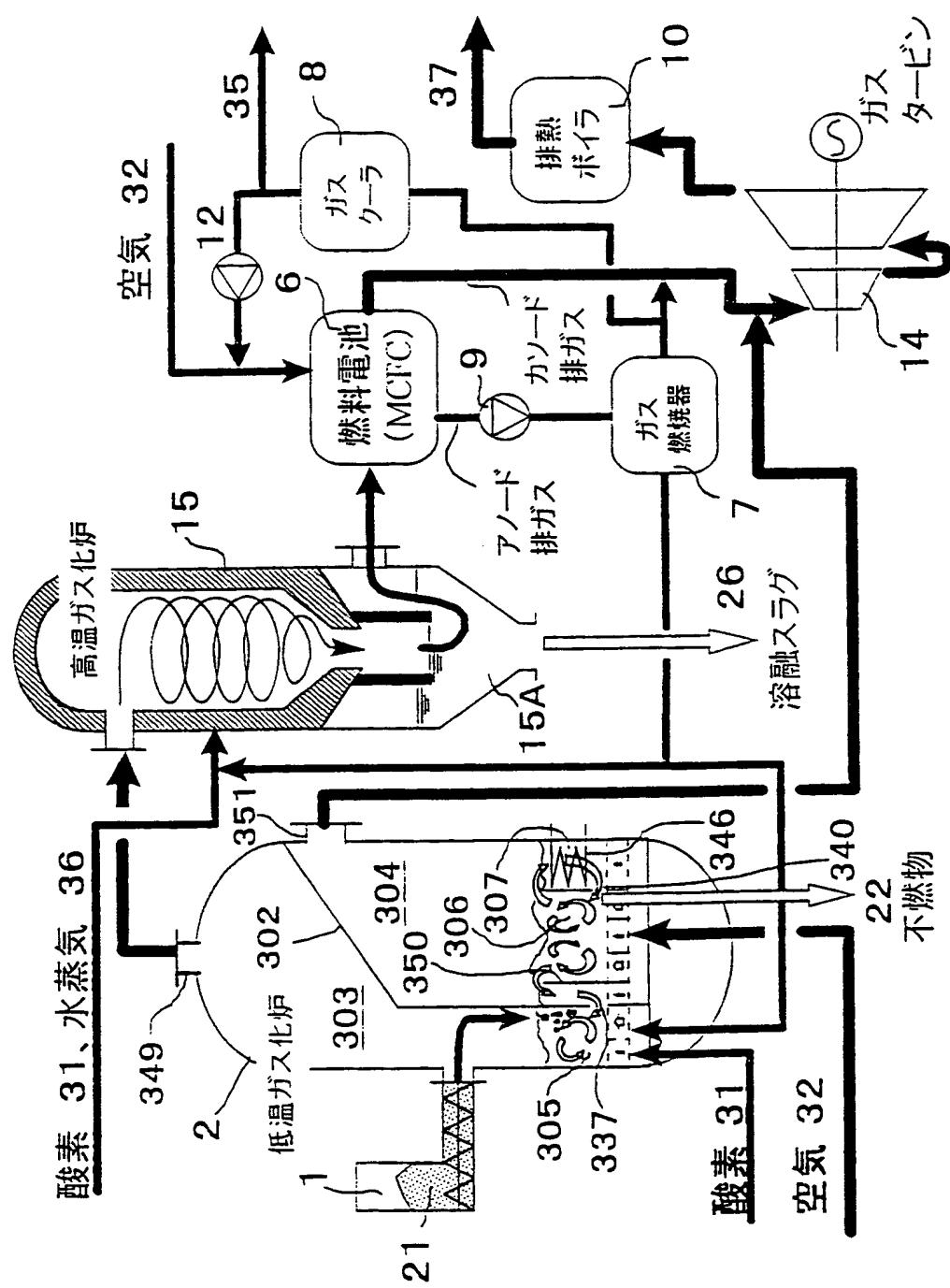
8/23

FIG. 8



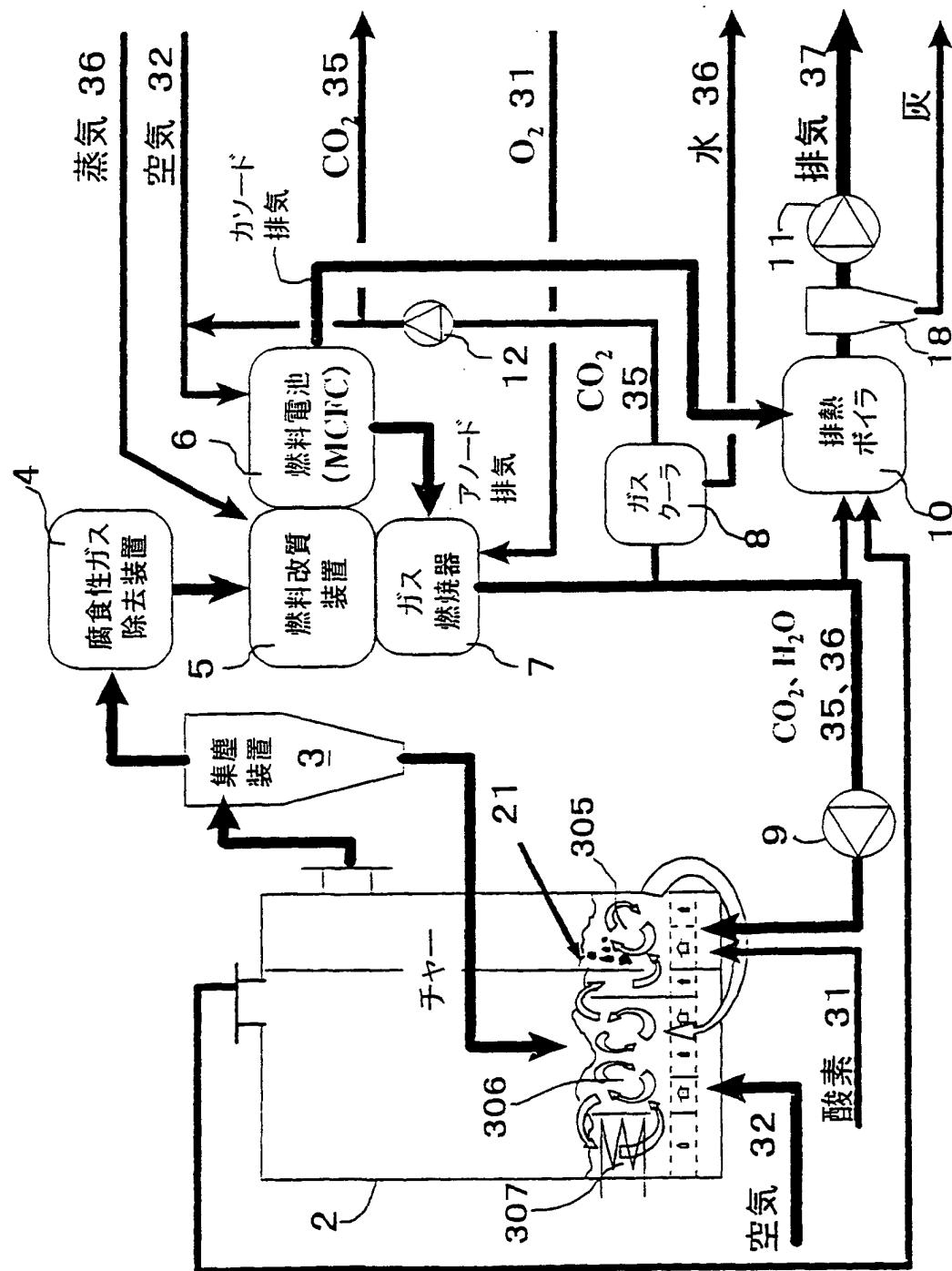
9/23

FIG.9



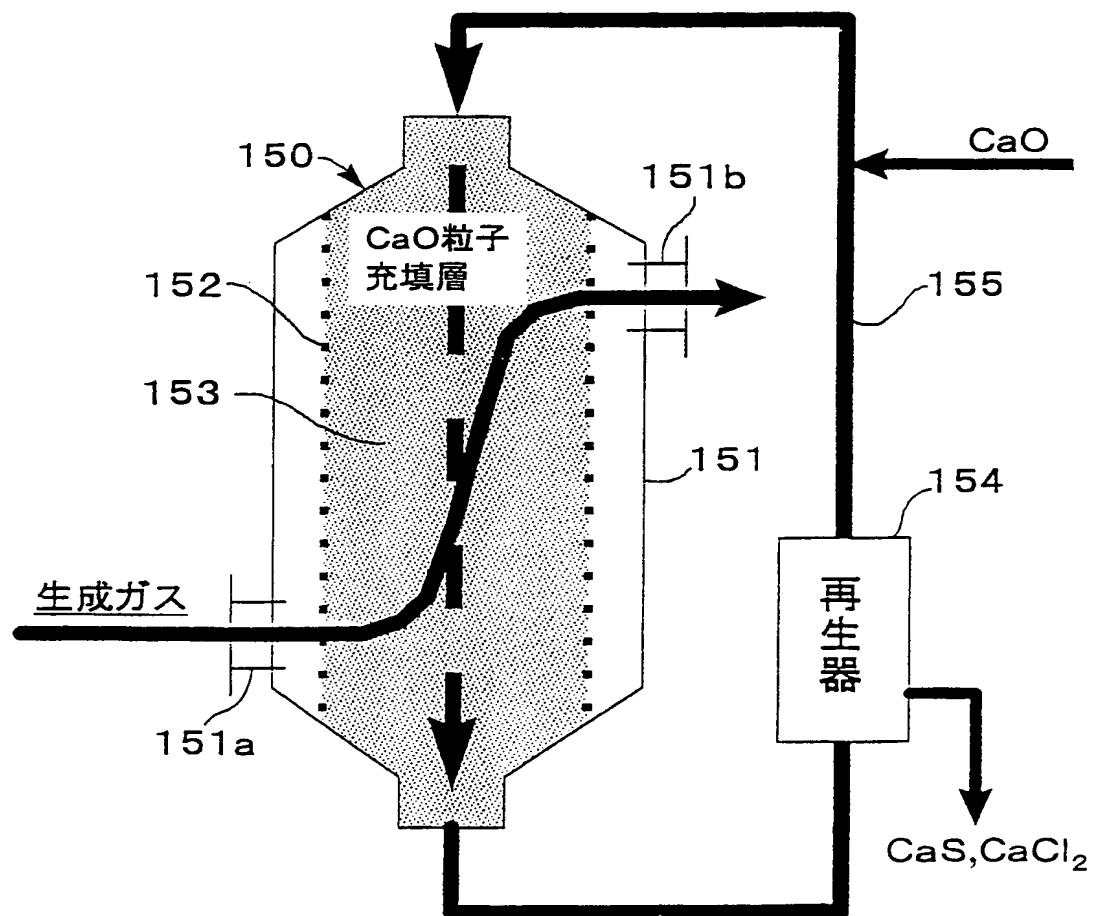
10/23

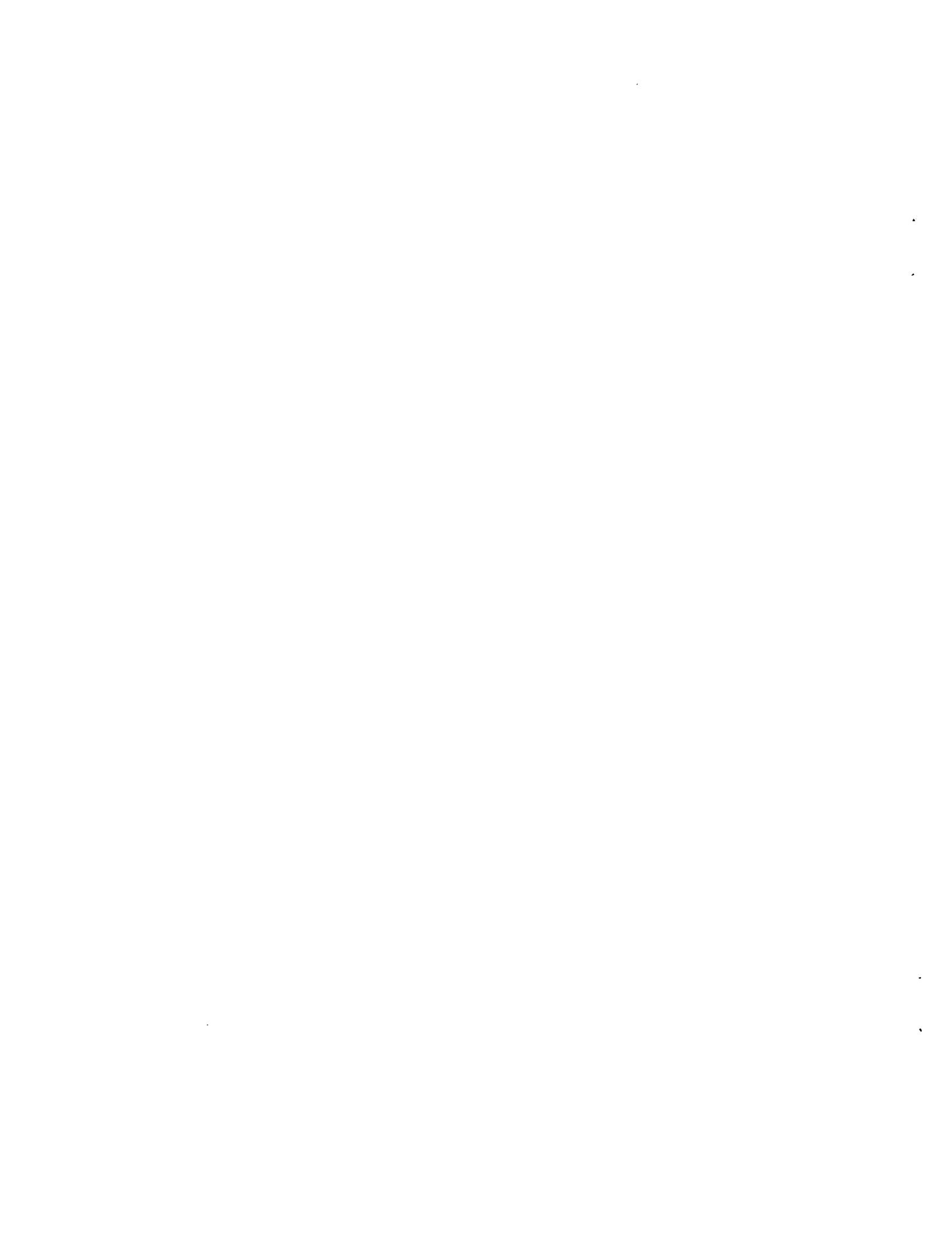
FIG. 10



11/23

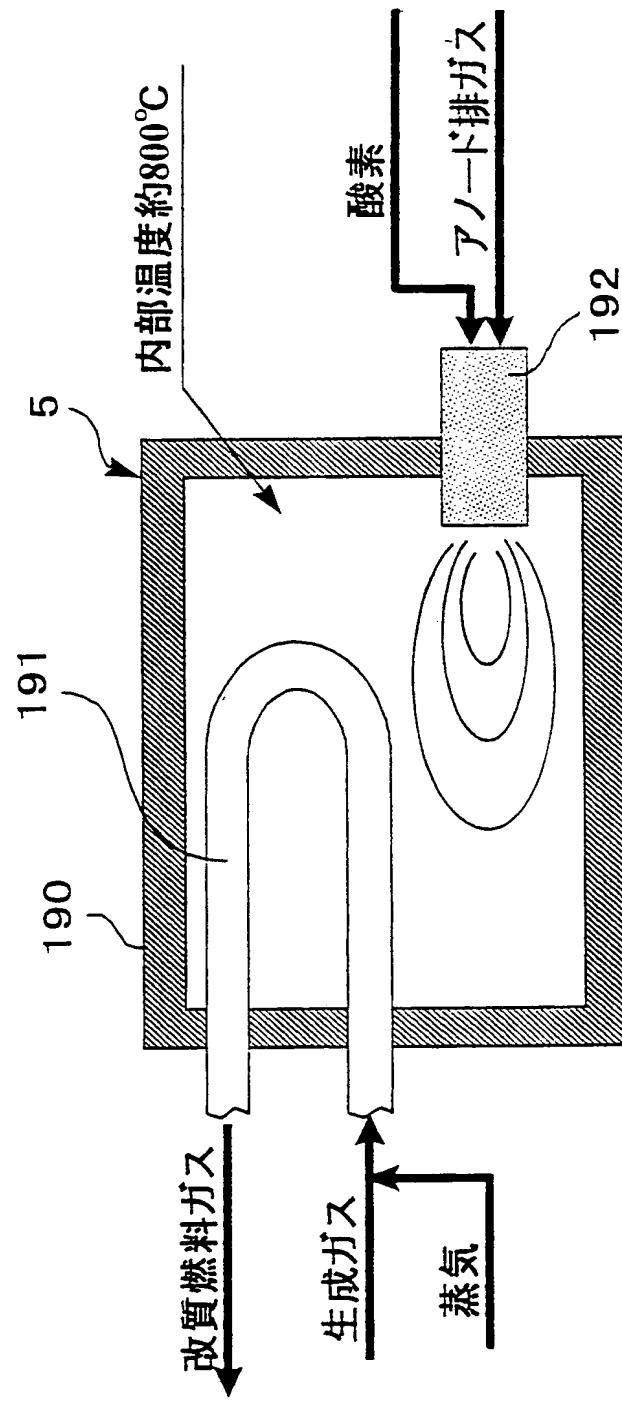
FIG. 11





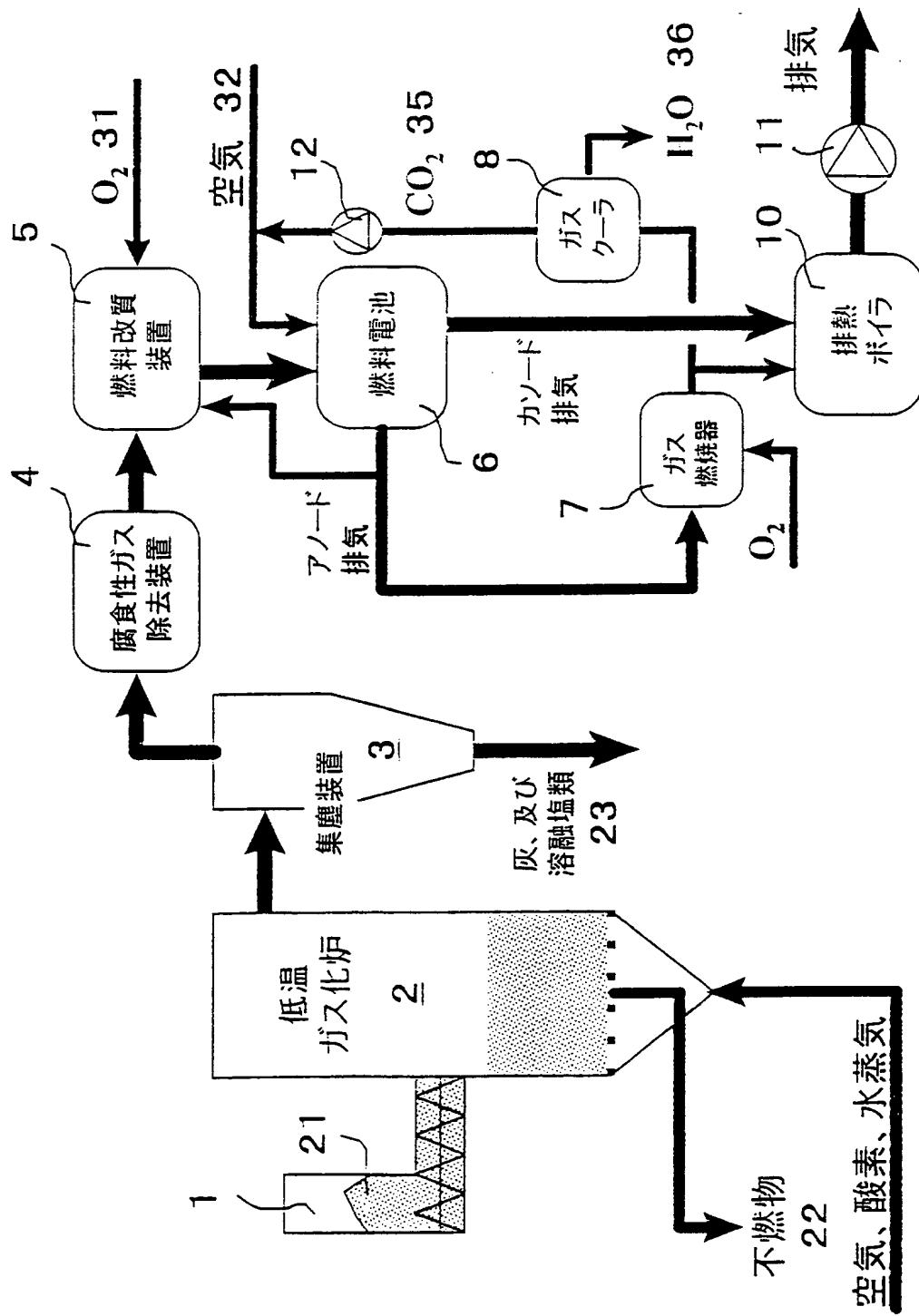
12/23

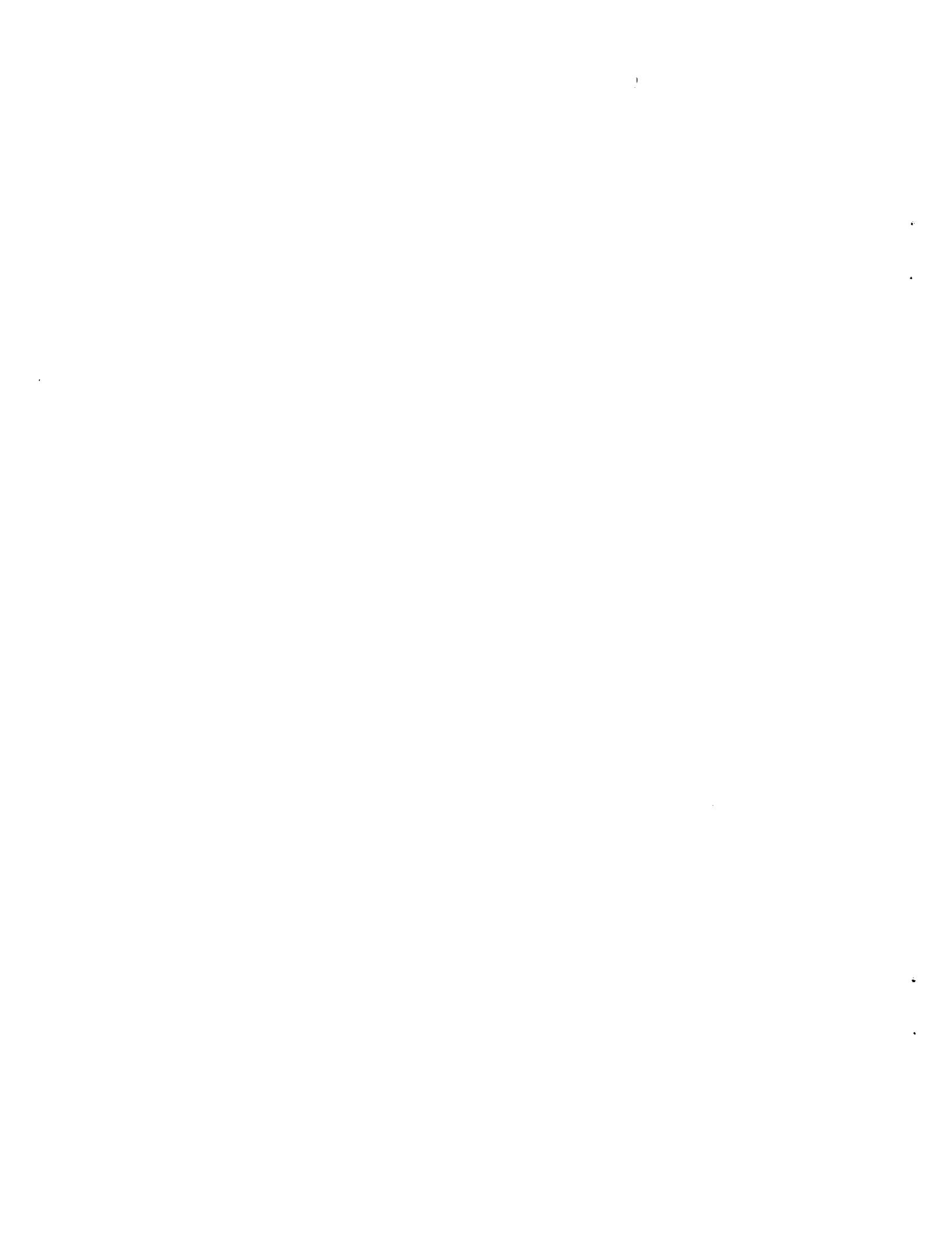
FIG. 12



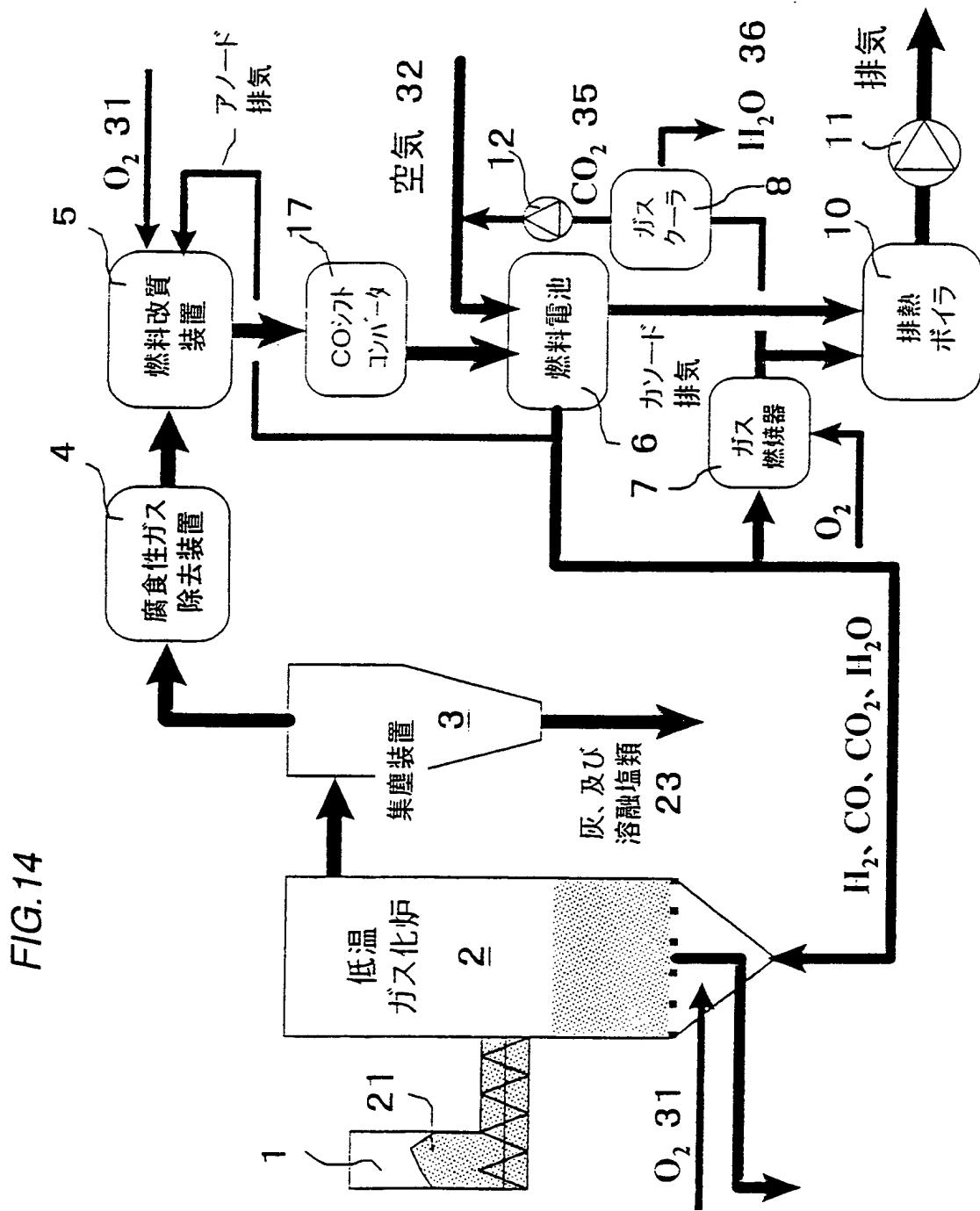
13/23

FIG.13



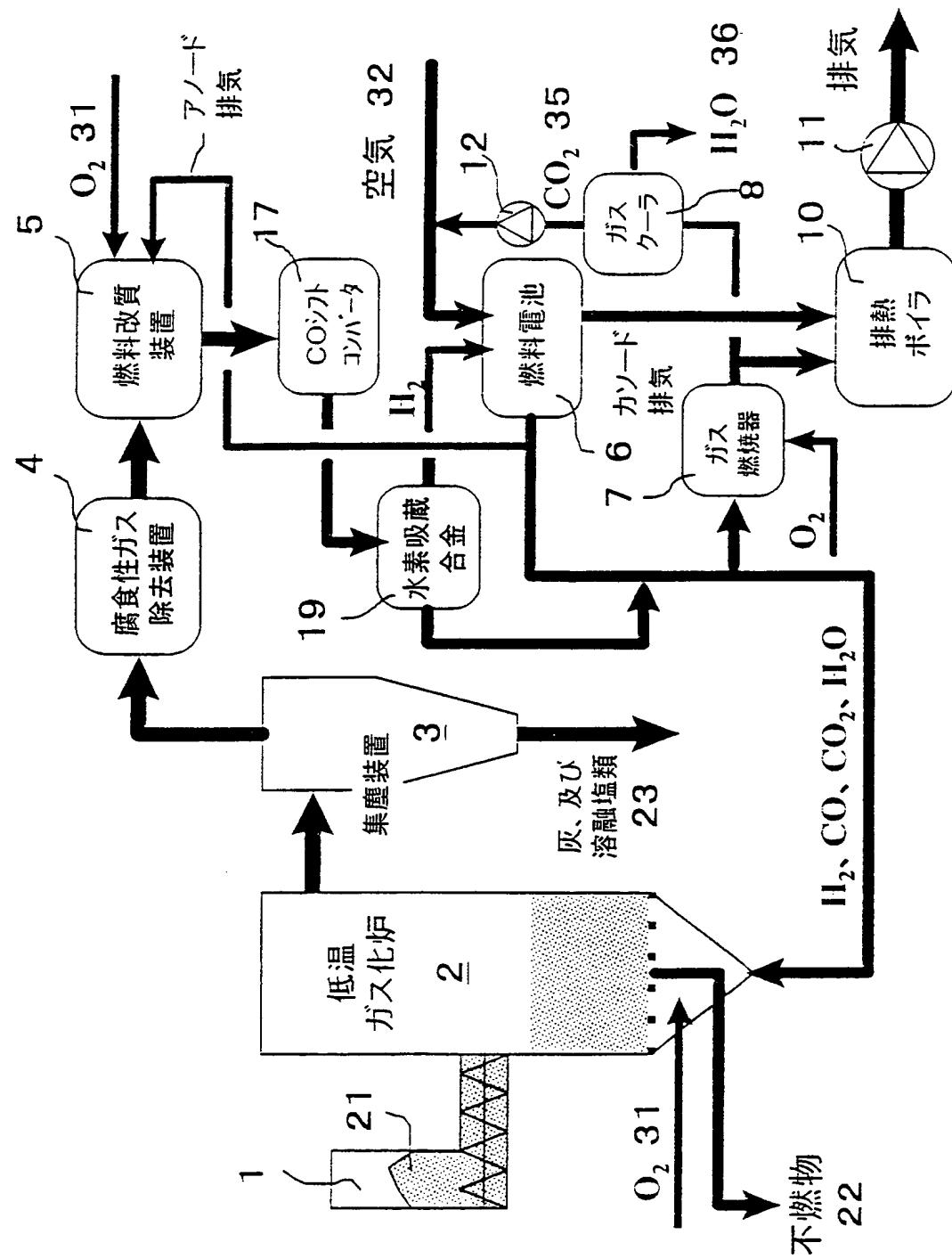


14/23



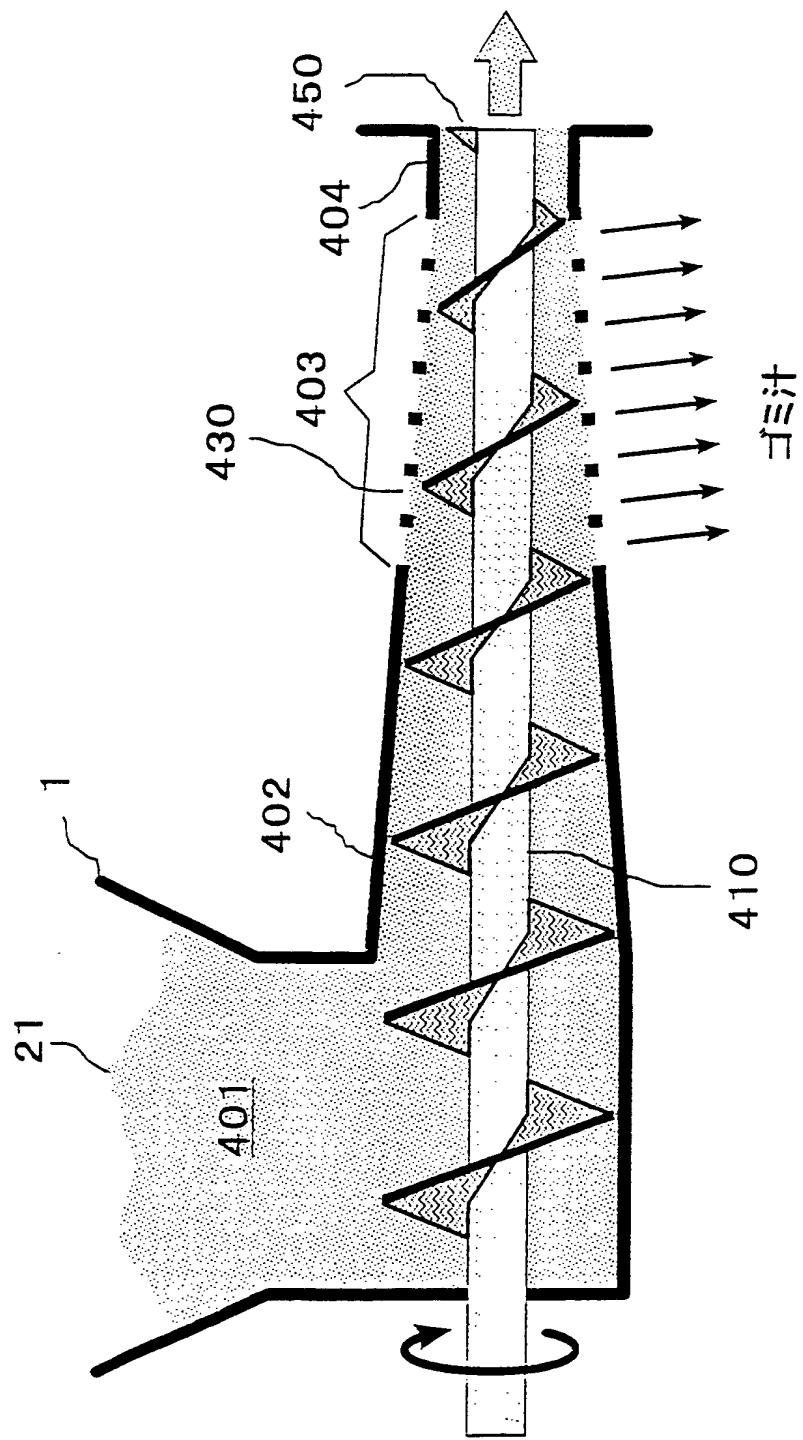
15/23

FIG. 15

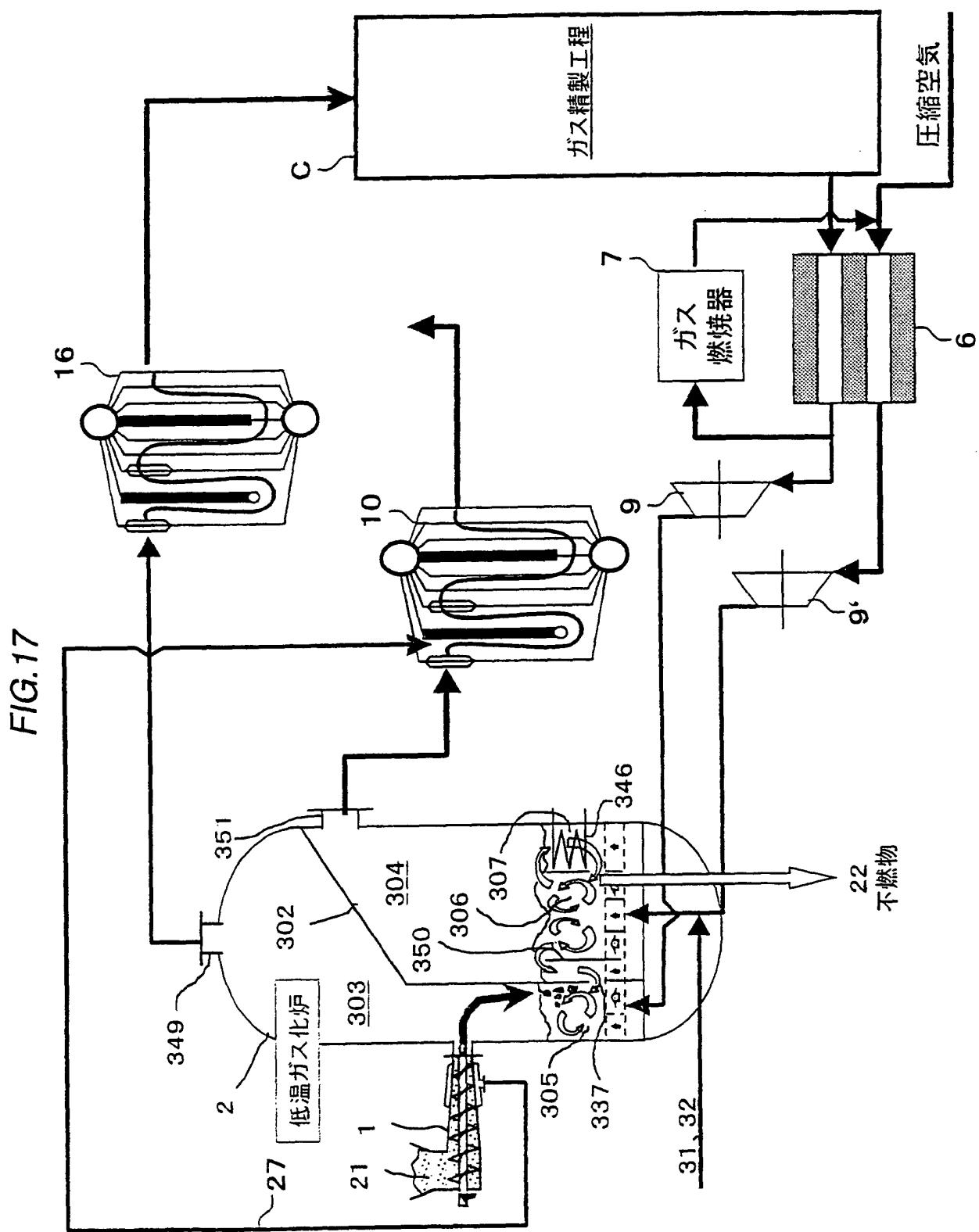


16/23

FIG.16

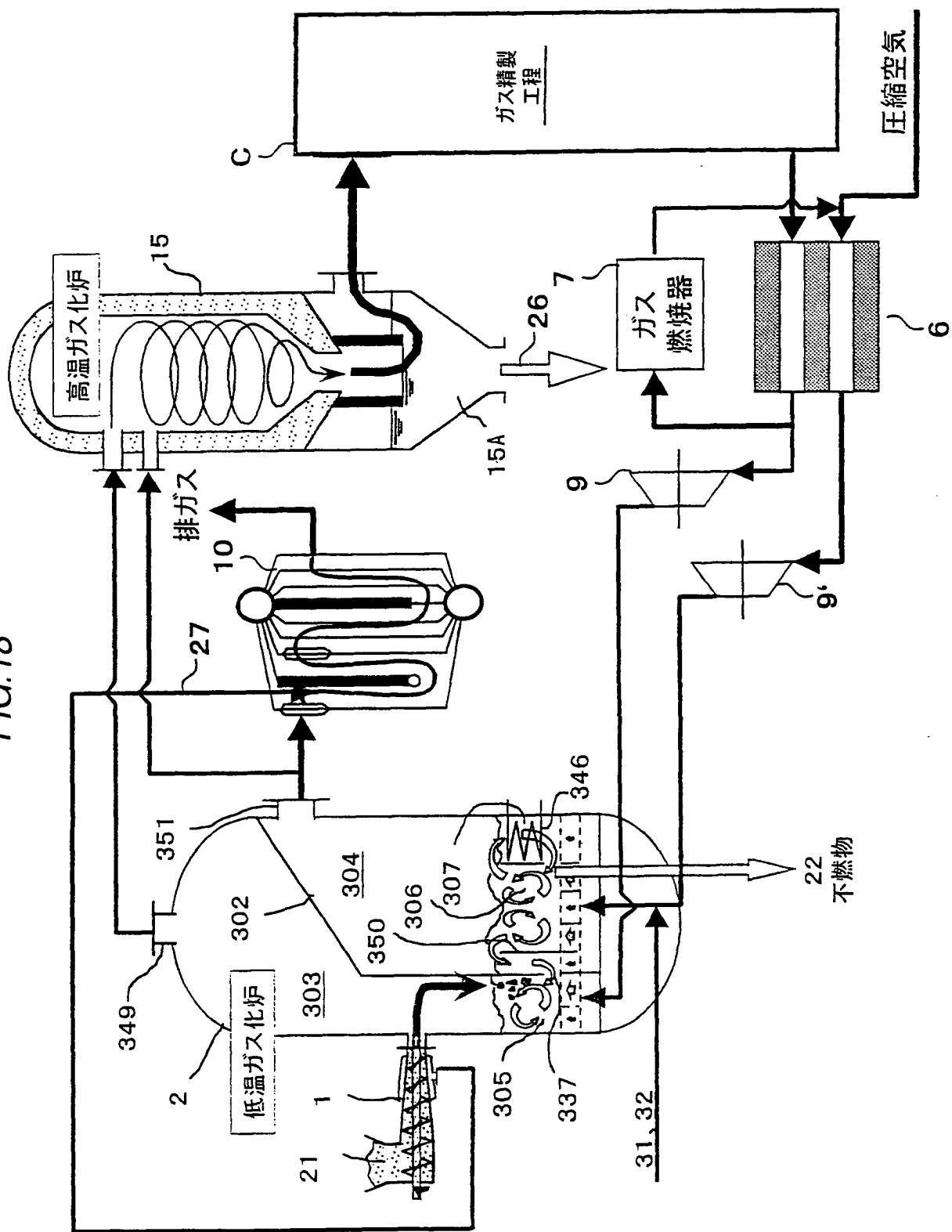


17/23



18/23

FIG. 18

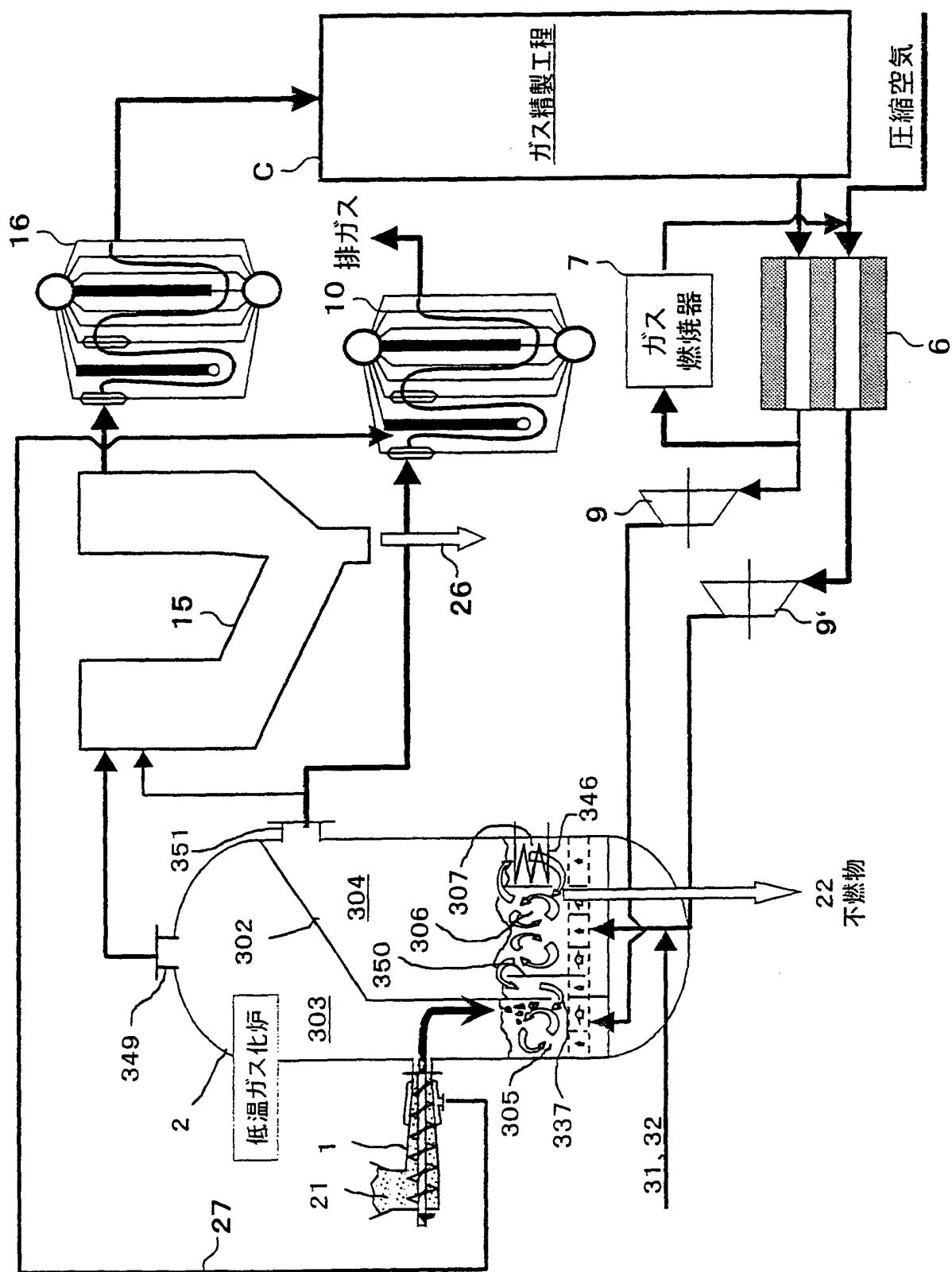


}

0

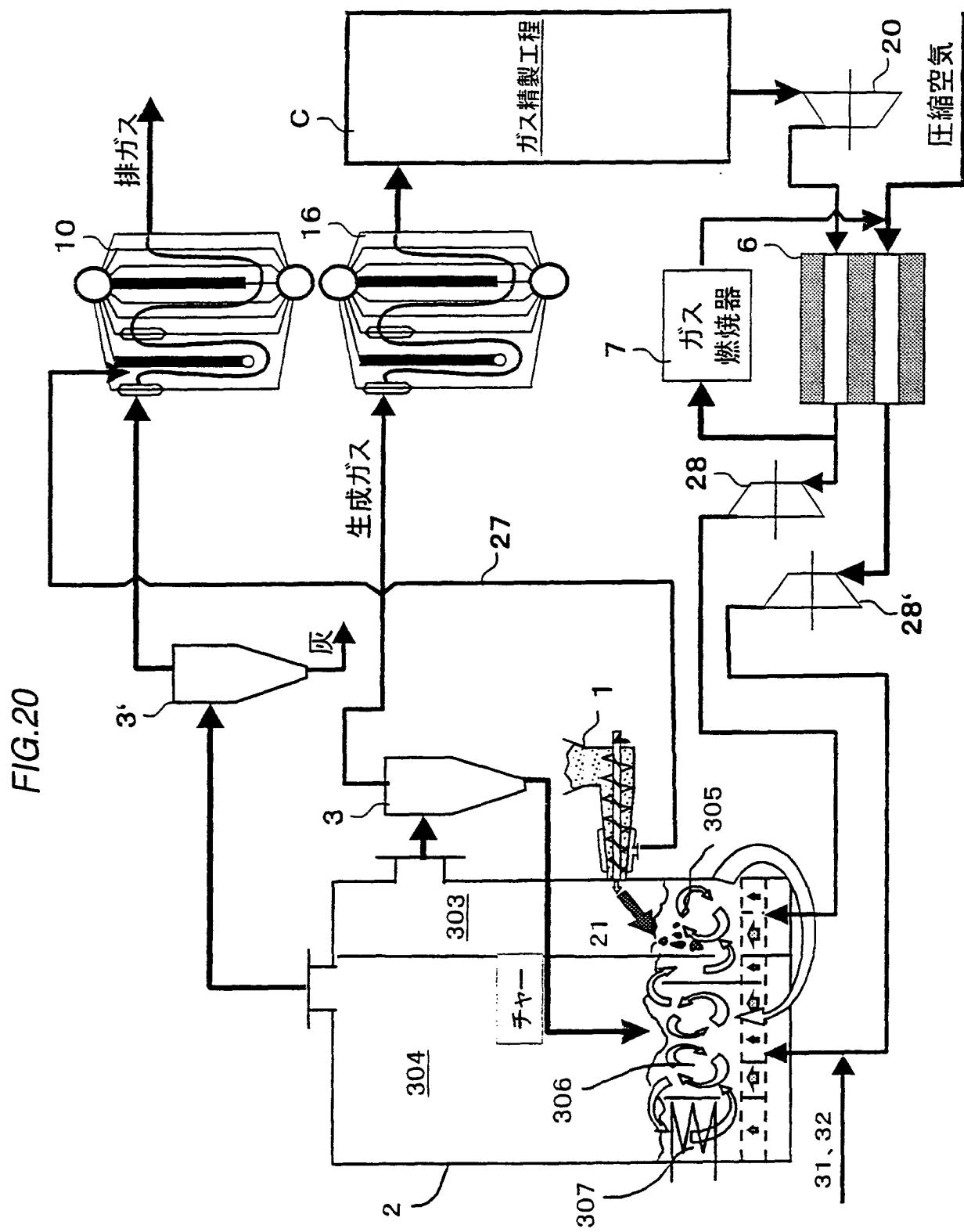
19/23

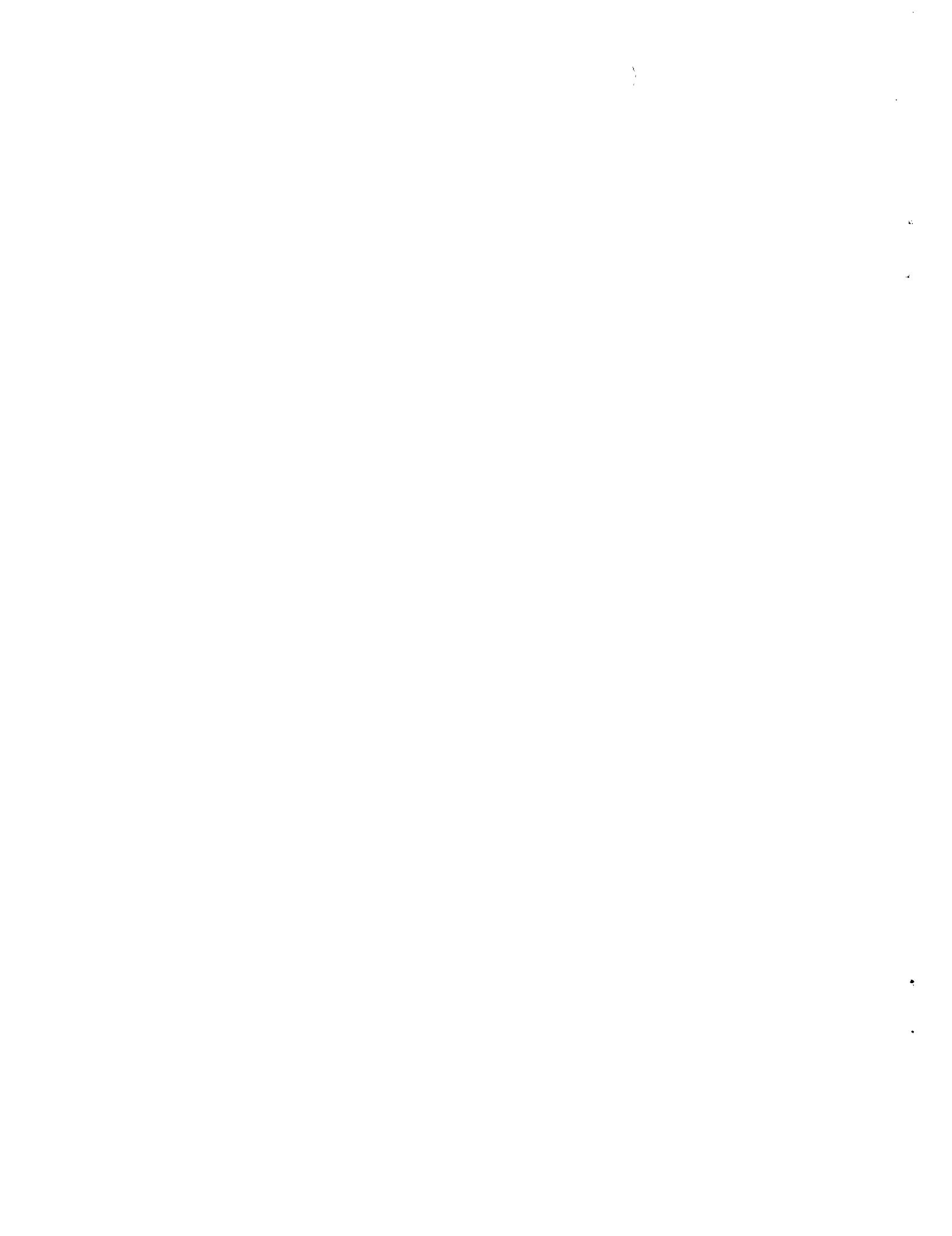
FIG. 19





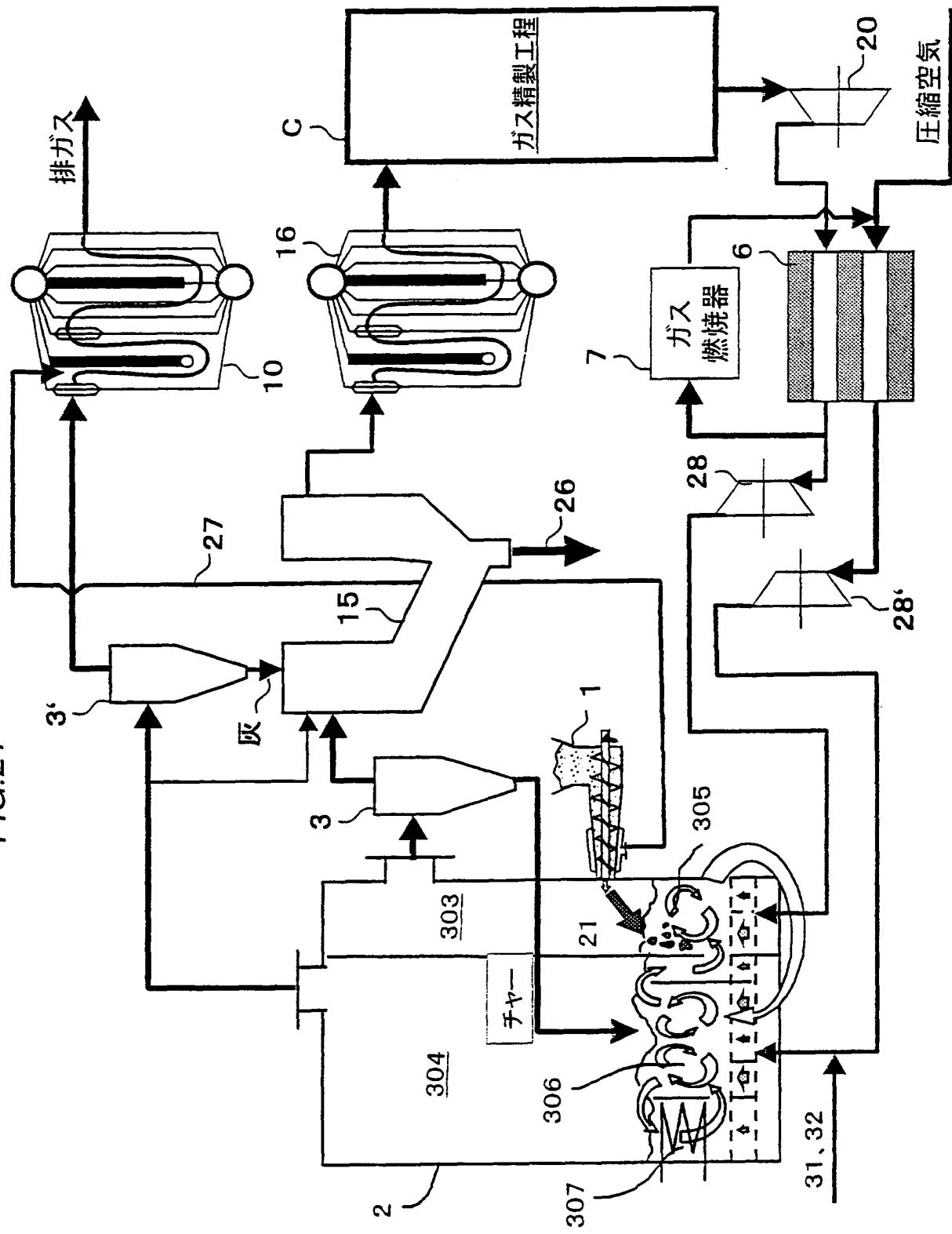
20/23



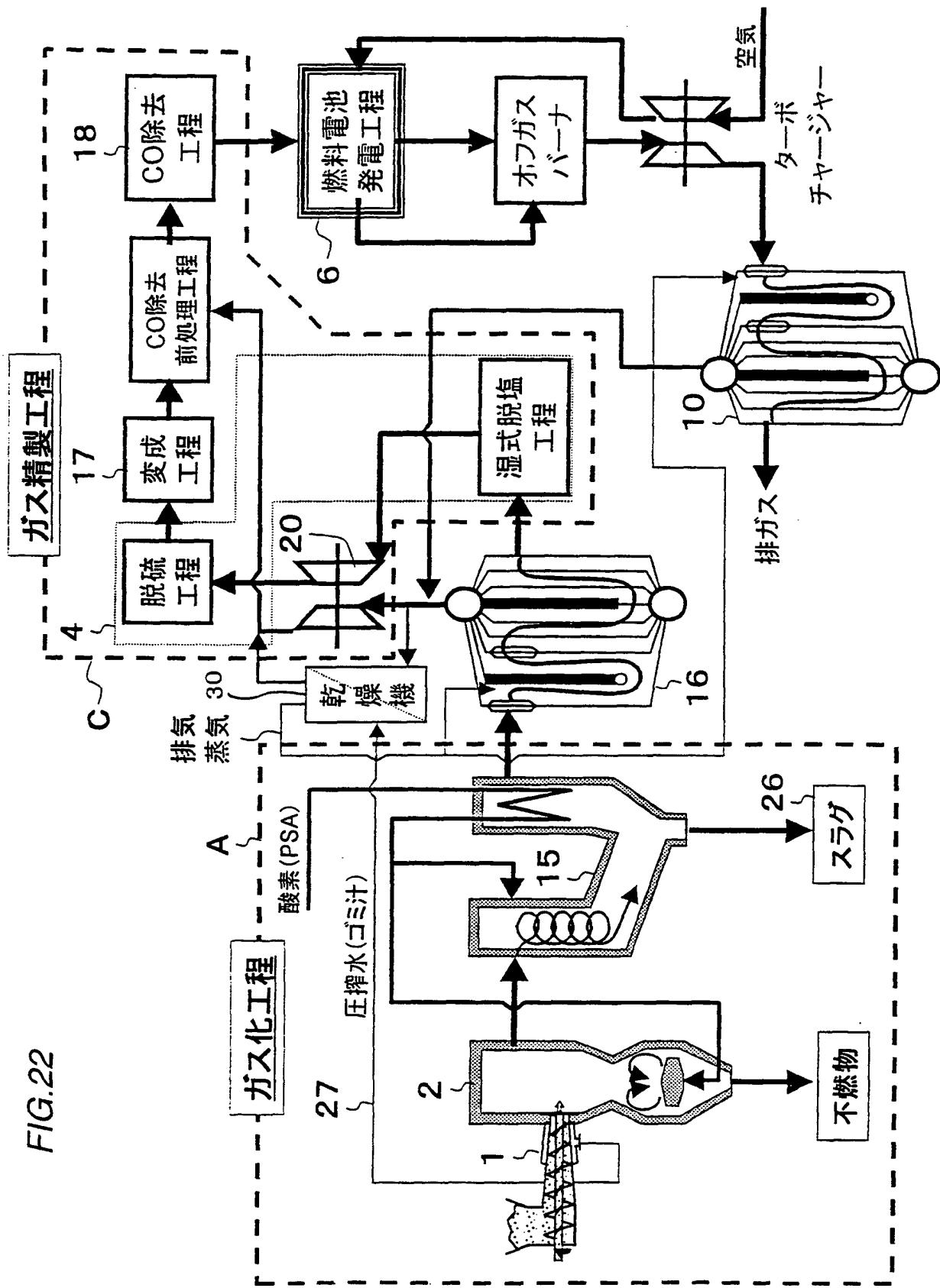


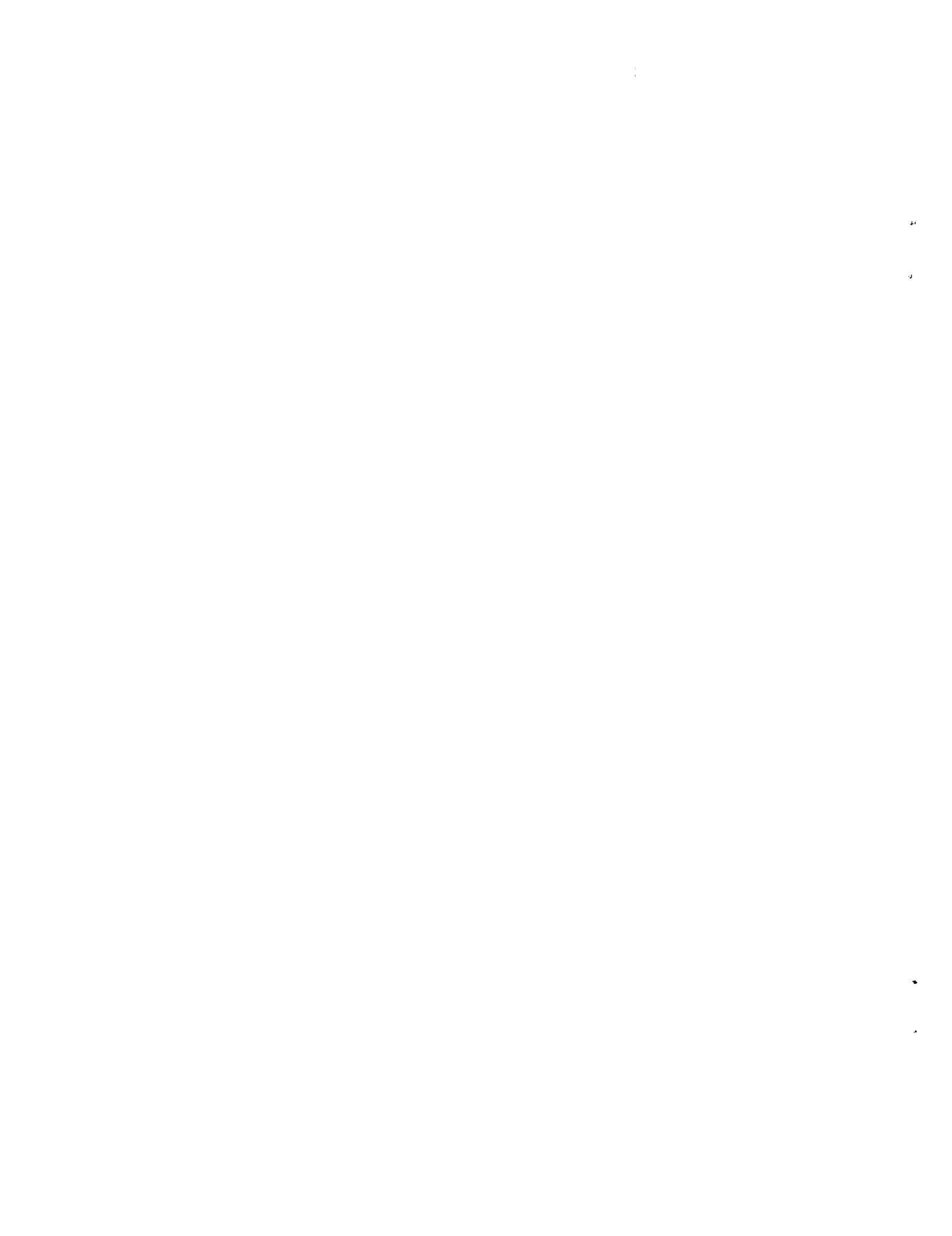
21/23

FIG.21

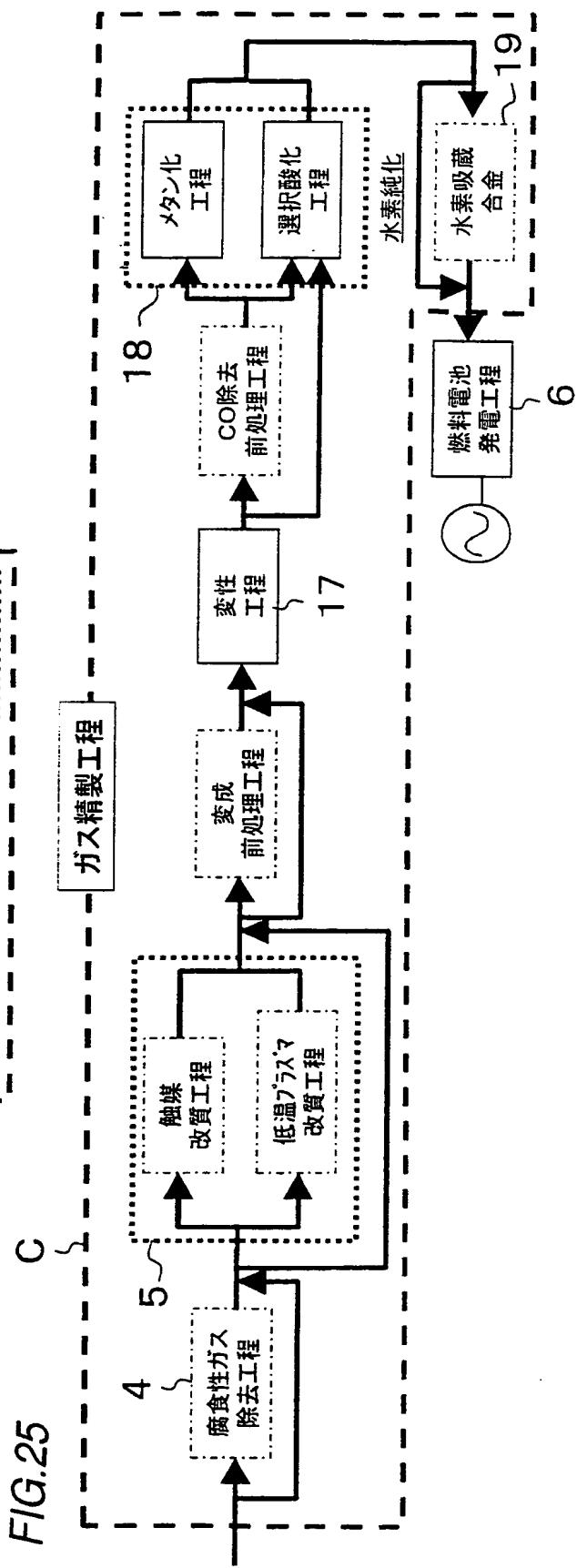
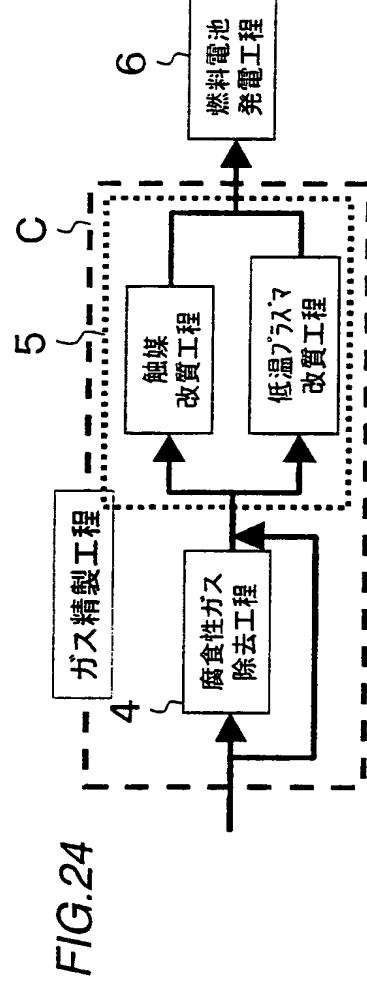
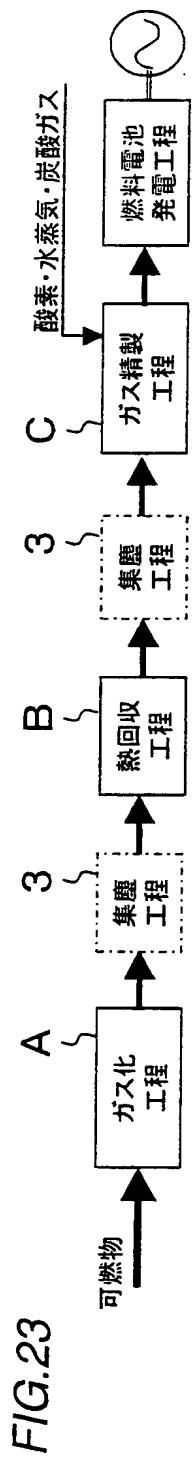


22/23





23/23



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06185

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ C10J3/00, H01M8/06

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C10J3/00, H01M8/06

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
WPI/L (QUESTEL)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P,A	JP, 10-310783, A (EBARA CORPORATION), 24 November, 1998 (24.11.98) (Family: none)	1-44
Y	US, 5509264, A (Kawasaki Jukogyo K.K.), 23 April, 1996 (23.04.96) & JP, 7-4260, A	1-44
Y	US, 5347068, A (Energiewerke Schwarze Pumpe AG), 13 September, 1994 (13.09.94) & JP, 5-202371, A & DE, 4125521, C	1-44
Y	JP, 10-236801, A (EBARA CORPORATION), 08 September, 1998 (08.09.98) (Family: none)	1-44
Y	JP, 10-294119, A (Ishikawajima-Harima Heavy Ind. Co., Ltd.), 04 November, 1998 (04.11.98) (Family: none)	1-44
Y	JP, 7-233379, A (Toshiba Corporation), 05 September, 1995 (05.09.95) (Family: none)	1-2, 8, 30, 42

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
01 February, 2000 (01.02.00)

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Faxsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP99/06185

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP, 10-167701, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 23 June, 1998 (23.06.98) (Family: none)	1-2, 4-6, 19, 28
Y	JP, 3-33191, A (Fuji Electric Co., Ltd.), 13 February, 1991 (13.02.91) (Family: none)	15
Y	JP, 6-279769, A (Nippon Steel Corporation), 04 October, 1994 (04.10.94) (Family: none)	18, 33
Y	JP, 9-306531, A (Toyota Motor Corporation), 28 November, 1997 (28.11.97) (Family: none)	17
Y	JP, 8-250144, A (Toshiba Corporation), 27 September, 1996 (27.09.96) (Family: none)	27, 29
Y	JP, 8-338260, A (Tokyo Gas K.K.), 24 December, 1996 (24.12.96) (Family: none)	29
Y	JP, 10-245202, A (THE JAPAN STEEL WORKS, LTD.), 14 September, 1998 (14.09.98) (Family: none)	29
Y	JP, 4-81526, A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 16 March, 1992 (16.03.92) (Family: none)	40, 41
Y	EP, 246649, A1 (HITACHI, LTD), 21 May, 1987 (21.05.87), & JP, 62-274563, A & US, 4743516, A	43
Y	JP, 61-107668, A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 26 May, 1986 (26.05.86) (Family: none)	44

A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C17C10J3/00, H01M8/06

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C17C10J3/00, H01M8/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

WPI/L (QUESTEL)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
P, A	J P, 10-310783, A (株式会社荏原製作所) 24. 11 月. 1998 (24. 11. 98) (ファミリーなし)	1-44
Y	U S, 5509264, A (Kawasaki Jukogyo Kabushiki Kaisha) 23. Apr. 1996 (2 3. 04. 96) & J P, 7-4260, A	1-44
Y	U S, 5347068, A (Energiewerke Schw arze Pumpe Aktiengesellschaft) 13. Sep. 1994 (13. 09. 94) & J P, 5-202371, A & DE, 4125521, C	1-44

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 01.02.00	国際調査報告の発送日 15.02.00
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員) 佐藤 修 電話番号 03-3581-1101 内線 3483

C(続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 10-236801, A (株式会社荏原製作所) 8. 9月. 1998 (08. 09. 98) (ファミリーなし)	1-44
Y	JP, 10-294119, A (石川島播磨重工業株式会社) 4. 11月. 1998 (04. 11. 98) (ファミリーなし)	1-44
Y	JP, 7-233379, A (株式会社東芝) 5. 9月. 1995 (05. 09. 95) (ファミリーなし)	1-2, 8, 30, 42
Y	JP, 10-167701, A (松下電器産業株式会社) 23. 6 月. 1998 (23. 06. 98) (ファミリーなし)	1-2, 4-6, 19, 28
Y	JP, 3-33191, A (富士電機株式会社) 13. 2月. 19 91 (13. 02. 91) (ファミリーなし)	15
Y	JP, 6-279769, A (新日本製鐵株式会社) 4. 10月. 1994 (04. 10. 94) (ファミリーなし)	18, 33
Y	JP, 9-306531, A (トヨタ自動車株式会社) 28. 11 月. 1997 (28. 11. 97) (ファミリーなし)	17
Y	JP, 8-250144, A (株式会社東芝) 27. 9月. 199 6 (27. 09. 96) (ファミリーなし)	27, 29
Y	JP, 8-338260, A (東京瓦斯株式会社) 24. 12月. 1996 (24. 12. 96) (ファミリーなし)	29
Y	JP, 10-245202, A (株式会社日本製鋼所) 14. 0 9. 1998 (14. 09. 98) (ファミリーなし)	29
Y	JP, 4-81526, A (三菱重工業株式会社) 16. 3月. 1 992 (16. 03. 92) (ファミリーなし)	40, 41
Y	EP, 246649, A1 (HITACHI, LTD) 21. 0 5. 87 & JP, 62-274563, A&US, 474351 6, A	43
Y	JP, 61-107668, A (川崎重工業株式会社) 26. 5 月. 1986 (26. 05. 86) (ファミリーなし)	44